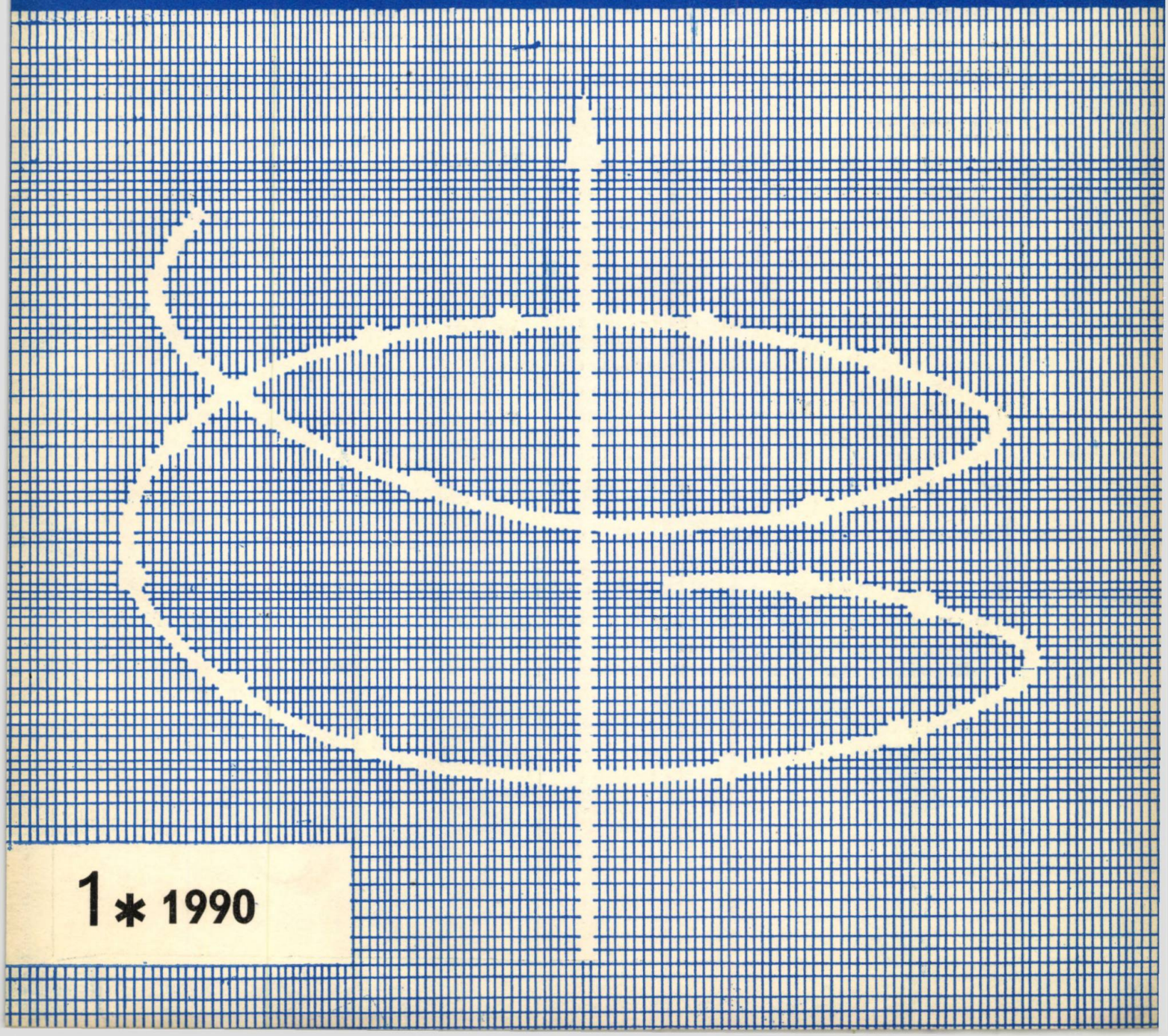
E 8225

# CALITATE FIABILITATE METROLOGIE



1 * 1990

## SUMMARY

*NICOLAE DRĂGULĂNESCU* : Some thoughts at the beginning of a way ..... 2

### QUALITY

*DAN STOICHIȚOIU* : Quality assurance and some problems not only of ... terminology ..5
— Quality. Terminology (Interpretation based upon the ISO 8402 — 1986 international standard „Quality. Vocabulary")...7
— Quality systems. Quality management Guide-lines for selection and use (Interpretation based upon the ISO 9000—1987 international standard „Quality management and quality assurance standards — Guidelines for selection and use)..... 11

*** The association for protecting the consumers..... 17

### RELIABILITY

*VIOREL GH. VODĂ* : Some topics on the reliability development ..... 20

*** The Romanian Society of Reliability ... 24

### METROLOGY

*AUREL MILLEA* : Necessary clarifications .25
*PAUL DÂRVARIU* : The State Metrology at the moment of truth, competence and efficiency ..... 30
*NICOLAE P. LEONĂCHESCU* : Metric units of measurement — historical dimensions and coordinates ..... 32

*** „The Law of Metrology" worked out by the International Organisation of Legal Metrology. ..... 40

### NOTES. INFORMATION

*SORIN CIUREA and CONSTANTIN MILITARU* : The preparing of specialists in the field product quality assurance and control 46

*** Scientific manifestations organized by the IMEKO (International Confederation on Measurements). ..... 47

## SOMMAIRE

*NICOLAE DRĂGULĂNESCU* : Reflexions au début du chemin ..... 2

### QUALITÉ

*DAN STOICHIȚOIU* : L'assurance de la qualité et quelques problémes non seulement de... terminologie. ..... 5
— Qualité. Terminologie (Interpretation selon le standard international ISO 8402-1986 „Quality. Vocabulary")..... 7
— Le systèmes de la qualité. La direction de la qualité. Lignes directrices pour selection et utilisation (Interpretation selon le standard international ISO 9000 — 1987 „Quality management and quality assurance standards-Guidelines for selection and use) ..... 11

*** L'association pour protéger les consommateurs ..... 17

### FIABILITÉ

*VIOREL GH. VODĂ* : Considérations sur le développement de la fiabilité..... 20

*** La Sociéte Roumaine de Fiabilité ... 24

### METROLOGIE

*AUREL MILLEA* : Clarifications nécessaires 25
*PAUL DÂRVARIU* : La Métrologie d'État a l'heure de la vérité, compétence et efficience ..... 30
*NICOLAE P. LEONĂCHESCU* : Les unités de mesure métriques-dimensions et coordonnées historiques ..... 32

*** „La loi de la Métrologie" élaborée par l'Organisation Internationale de la Métrologie Légale ..... 40

### NOTES. INFORMATIONS

*SORIN CIUREA et CONSTANTIN MILITARU* : La préparation des spécialistes dans le domain d'assurance et du controle de la qualité des produits ..... 46

*** Manifestations scientifiques organisées par l'IMEKO (Conféderence Internationale des Mesurements). ..... 47

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

Publicație de informare și dezbatere
tehnico-economică
a
COMISIEI NAȚIONALE PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

## SUMAR

*NICOLAE DRĂGULĂNESCU*: Gînduri la început de drum . . . . . 2

**CALITATE**

*DAN STOICHIȚOIU*: Asigurarea calității și unele probleme care nu sînt numai de . . . terminologie . . . . . 5
— Calitate. Terminologie (Prelucrare după standardul internațional ISO 8402—1986 „Quality. Vocabulary") . . . . . 7
— Sistemele calității. Conducerea calității și asigurarea calității. Linii directoare pentru selecție și utilizare (Prelucrare după standardul internațional ISO 9000—1987 „Quality management and quality assurance standards — Guide lines for selection and use) . . . . . 11
* * * Asociația pentru protecția consumatorilor . . . . . 17

**FIABILITATE**

*VIOREL GH. VODĂ*: Cîteva considerații asupra dezvoltării istorice a fiabilității . 20
* * * Societatea Română de Fiabilitate . . . . . 24

**METROLOGIE**

*AUREL MILLEA*: Clarificări necesare . . . . . 25
*PAUL DÂRVARIU*: Metrologia de stat la ora adevărului, competenței și eficienței . . . . . 30
*NICOLAE P. LEONĂCHESCU*: Unitățile de măsură metrice — dimensiuni și coordonate istorice. . . . . 32
* * * „Legea Metrologiei" elaborată de Organizația Internațională de Metrologie Legală . . . . . 40

**NOTE. INFORMAȚII**

*SORIN CIUREA* și *CONSTANTIN MILITARU*: Pregătirea specialiștilor în domeniul asigurării și controlului calității produselor . . . . . 46
* * * Manifestări științifice organizate de IMEKO (Confederația Internațională de Măsurări) . . . . . 47

* * *

# Gînduri la început de drum

*NICOLAE DRĂGULĂNESCU*

Ministru Secretar de Stat,
Președintele Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate

Reformele democratice în curs de realizare în economia românească impun studierea și adaptarea unor transformări de fond și în domeniile de preocupare ale Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate. Trecerea României la economia de piață — în contextul coexistenței sectoarelor de stat, particular și cooperatist — implică adaptarea activităților de standardizare și asigurare a calității (parțial a celei de metrologie) la noile circumstanțe create de descentralizarea și democratizarea economiei, precum și liberalizarea inițiativei.

Pe plan central, prin însăși structura sa organizatorică, noul organ național reunește preocupări în domenii apropiate, cu intercorelări reciproce. În prezent, comisia dispune de circa 3 000 specialiști, de o rețea teritorială constituită în toate județele țării — cu legături practic cu toate întreprinderile și unitățile economice — de un Institut național de metrologie, de un Laborator de analize în domeniile fizico-chimice-biologice (LAREX), de un Liceu industrial în domeniul metrologiei.

În condițiile economiei libere, vom reconsidera rolul pe care trebuie să-l aibă standardele bazîndu-ne și pe practica țărilor cu economie avansată. În trecut, standardele de stat, aproape exclusiv obligatorii, provocau uneori efecte cu totul nedorite, din diferite cauze — de exemplu fie pentru că prevedeau condiții inferioare celor uzuale pe plan mondial, fie pentru că impuneau o tipizare prea restrictivă sau soluții de fabricație care împiedicau progresul tehnic și diversificarea. Ca urmare, standardizarea a frînat deseori realizarea unor produse competitive și rentabile.

În noul context, standardele de stat trebuie să prevadă acele condiții tehnice generale care să asigure produselor și serviciilor nivelul de calitate cerut de piața internă și de cea externă.

Respectarea standardelor devine un criteriu vital de supraviețuire a întreprinderilor, o condiție sine-qua-non a competitivității. În același timp, standardele vor trebui să lase liberă inițiativa producătorului/prestatorului în promovarea unor soluții, tipuri și variante noi, care vor permite instaurarea unei concurențe sănătoase, generatoare de progres. Efectul standardelor va fi astfel stimulativ și nu de plafonare.

Desigur, există și o categorie largă de standarde care vor trebui să rămînă obligatorii (pentru protejarea cumpărătorului, securitatea vieții etc). Acestea se referă la produsele de importanță deosebită — bunuri de folosință îndelungată, produse alimentare, medicamente, produse cu riscuri, ecologice și altele.

Se simte nevoia unei reconsiderări și în privința standardelor de produs (de ramură, de întreprindere) care mai ales în ultimii ani au avut metodologii prea laborioase de elaborare, avizare și aprobare. În majoritatea cazurilor, aceste standarde de produs vor putea fi înlocuite cu simple caiete de sarcini — convenite între producător și beneficiar, prin clauzele de contract.

Ne gîndim acum și să protejăm cît mai eficient consumatorul de produse/servicii împotriva potențialelor abuzuri și pericole, dar și împotriva eventualei calități necorespunzătoare a acestor produse și servicii. În acest scop vom sprijini inițiativa creării unor asociații ale consumatorilor, pe care le vom îndruma și cărora le vom asigura condițiile necesare reprezentării pe plan național și chiar în organismele internaționale.

În ceea ce privește introducerea în fabricație a produselor de importanță deosebită, această activitate va fi analizată cu toată atenția, prin crearea unui sistem național de certificare a calității, dar și a producției în sine. În cadrul acestui sistem laboratoarele acreditate de comisia noastră vor efectua toate încercările necesare pentru verificarea caracteristicilor unor astfel de produse. În cazul în care se constată existența condițiilor de fabricație prestabilite (a căror menținere în timp trebuie garantată) și se confirmă toate caracteristicile tehnice prevăzute în documentații se vor acorda „certificate de capabilitate" și „certificate de conformitate", în baza cărora astfel de produse vor putea fi fabricate si puse în vînzare pe piața românească. Sperăm că prin această acțiune se va obține îmbunătățirea radicală a calității produselor certificate, întreprinderilor rămînîndu-le doar sarcina de a fabrica numai produse care să fie conforme cu tipul certificat.

Pentru a facilita crearea premizelor competitivităţii produselor — şi nu în scopuri coercitive — ne propunem să venim în sprijnul producătorilor prin editarea şi difuzarea largă a standardelor naţionale şi internaţionale în domeniul calităţii, documente de a căror actualizare ne vom preocupa în mod constant.

Considerînd că o abordare eficientă a problemelor conducerii/asigurării şi atestării calităţii produselor nu se poate face astăzi decît în condiţiile unei restructurări de fond a sistemului informaţional — indiferent de efortul pe care această acţiune l-ar presupune — sîntem conştienţi că realizarea acestui deziderat este condiţionată de formarea şi perfecţionarea — în paralel — a specialiştilor în conducerea şi ingineria calităţii/fiabilităţii. În acest sens, vom organiza conferinţe, cursuri, stagii de perfecţionare si alte forme de pregătire în proiectarea, conducerea şi controlul sistemului de asigurare a calităţii. Avem, totodată, în vedere şi elaborarea unui sistem de confirmare şi atestare la nivel de întreprindere a aptitudinilor şi competenţei profesionale, ale tuturor specialiştilor implicaţi în domeniile calităţii, fiabilităţii şi metrologiei.

Astfel, odată cu dezvoltarea unei baze informaţionale adecvate, cît şi cu formarea specialiştilor noştri, vom putea trece şi la dezvoltarea unor servicii de consulting pentru a asigura producătorilor asistenţa în domeniul calităţii.

Considerăm că trebuie acordată o atenţie mult mai mare relaţiilor noastre direct cu întreprinderile şi institutele de cercetare ştiinţifică şi de proiectare — în cadrul cărora se realizează produsele şi se concep soluţiile constructive şi tehnologice. Dacă în cadrul acestora vor exista structuri organizatorice, mijloace tehnice, informaţii adecvate soluţionării problemelor asigurării calităţii, dacă vom reuşi să definim un sistem stimulativ, cu caracter autonom astfel încît fiecare producător să urmărească promovarea produselor şi serviciilor de calitate, rolul nostru, la nivel central, va fi de a coordona aceste activităţi, de a fundamenta politica de calitate la nivel naţional şi nu de a fi doar controlorii, inspectorii tradiţionali de calitate. Chiar în acest context, atributul de control, în sensul certificării conformităţii trebuie regîndit prin prisma importanţei sale tehnice şi sociale pe care o asigură. Exemplul marilor producători care s-au impus pe piaţa mondială, al strategiilor şi politicii de calitate promovate de aceştia la nivelul naţional şi internaţional va fi permanent avut în vedere pentru a putea reuşi să devenim şi noi competitivi.

Pe plan extern, Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate a început deja reluarea sau stabilirea legăturilor directe de colaborare şi cooperare cu organizaţiile internaţionale de specialitate, precum şi cu organizaţiile naţionale din domeniile standardizării, metrologiei, fiabilităţii şi/sau calităţii. Aşteptăm deci, cu interes, propuneri concrete de cooperare, schimb de documentaţii şi de specialişti din partea tuturor organizaţiilor naţionale şi internaţionale interesate. Dorim ca, odată cu creşterea calităţii produselor româneşti, să putem încheia cît mai multe aranjamente internaţionale de recunoaştere reciprocă a încercărilor, omologărilor, certificării şi controlului calităţii produselor. Această recunoaştere va crea avantaje economice certe atît pentru România cît şi pentru partenerii noştri, pe care îi dorim cît mai numeroşi.

Pe planul metrologiei — privită sub ambele ei aspecte, legal şi ştiinţific — România are o îndelungată tradiţie, desfăşoară o activitate bine organizată şi dispune de structuri corespunzătoare. În condiţiile economiei libere, metrologia va trebui să asigure baza naţională de etaloane la un nivel de precizie corespunzător cerinţelor economiei, în toate domeniile de interes. Această cerinţă reclamă îmbunătăţiri radicale ale unora din categoriile de etaloane şi instalaţii de etalonare, echipamente şi aparaturi, rămase în urmă faţă de avansul tehnologic mondial din ultimii 15—20 ani. Intervenţia metrologiei în industrie va căpăta un conţinut tehnic mai accentuat, lăsînd pe seama întreprinderilor răspunderea pentru corecta funcţionare a mijloacelor de măsurare din dotare. Metrologia de stat va certifica capabilitatea laboratoarelor de metrologie uzinale şi va asigura trasabilitatea etaloanelor acestora la etaloanele naţionale. Va fi întărită legătura dintre compartimentele de metrologie din întreprinderi, pe de o parte, şi inginerii de concepţie, tehnologii şi exploatare, pe de altă parte, în vederea optimizării instrumentaţiei proceselor de producţie.

De asemenea, metrologiei de stat îi revine efectuarea încercărilor de stat şi acordarea aprobării de model pentru mijloacele de măsurare fabricate în ţară sau importate, în conformitate şi cu uzanţa internaţională.

O direcţie importantă de acţiune a metrologiei de stat — neglijată în anii de dictatură — constă în protecţia persoanelor fizice sau juridice împotriva efectelor nocive ale măsurărilor inexacte sau false. În acest scop, metrologia de stat va asigura verificarea tuturor mijloacelor de măsurare utilizate în domeniul sănătăţii publice, al securităţii şi protecţiei muncii, al calităţii vieţii, al tranzacţiilor, al expertizelor judiciare etc.

Va fi lărgită colaborarea cu institutele, laboratoarele şi serviciile de metrologie din întreaga lume, cu organismele internaţionale din domeniul metrologiei.

Privind în ansamblu direcţiile şi căile de dezvoltare a activităţilor de standardizare, metrologie şi calitate — specifice comisiei noastre naţionale — putem desprinde, ca un factor comun al acestora, tendinţa de a asigura creşterea profesionalismului şi competenţei tehnice, a efectului stimulativ, în paralel cu cointeresările şi aderarea liberă a producătorilor în condiţiile diminuării corespunzătoare a rolului coercitiv şi a centralizării excesive. Credem că „în acest fel" ne vom adapta preocupările la noul tip de economie care se prefigurează şi pe care dorim s-o servim şi s-o sprijinim cît mai eficient.

## HOTĂRÎRE

### privind unele măsuri din domeniul asigurării şi controlului calităţii produselor, lucrărilor de construcţii şi serviciilor, precum şi din cel al metrologiei

Art. 1. — Unităţile economice sînt obligate să realizeze produsele şi serviciile la nivelul tehnic şi calitativ prevăzut în standarde, documentaţii tehnice şi contracte. În acest sens, acestea au autonomie deplină pentru luarea măsurilor de rentabilizare şi creştere a eficienţei economice a întregii activităţi.

Art. 2. — Unităţile economice poartă întreaga răspundere pentru calitatea produselor, lucrărilor de construcţii şi serviciilor şi sînt obligate să organizeze controlul tehnic al calităţii pe întregul ciclu de realizare a acestora, pentru a preveni formularea de reclamaţii din partea beneficiarilor interni şi externi.

Art. 2. — Pe data prezentei hotărîri, controlul statului în domeniul calităţii şi metrologiei, reglementat prin Legea nr. 4/1989 privind asigurarea şi controlul calităţii produselor şi serviciiilor, Legea nr. 8/1977 privind asigurarea durabilităţii, siguranţei în exploatare, funcţionalităţii şi calităţii construcţiilor şi Legea nr. 27/1978 a metrologiei, va fi efectuat de Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate.

Art. 4. — Ministerele şi celelalte organe centrale şi locale ale administraţiei de stat, unităţile economice şi institutele de cercetare-proiectare vor aplica în activitatea lor dispoziţiile prevăzute la art. 3 din prezenta hotărîre.

PRIM-MINISTRU
Petre Roman

Bucureşti, 28 martie 1990.
Nr. 335.

# Asigurarea calităţii şi unele probleme care nu sînt numai de... terminologie

*DAN STOICHIŢOIU* *)

Inspector Şef a Inspecţiei Metrologiei de Stat

Acuitatea problemei ridicării calităţii producţiei nu este proprie numai ţării noastre, în ultimii ani pe plan mondial remarcîndu-se o tendinţă de creştere accentuată a exigenţelor partenerilor în materie de calitate. Această tendinţă se datoreşte în bună măsură recunoaşterii tot mai pregnante a adevărului că o ameliorare continuă a calităţii este necesară pentru atingerea şi menţinerea unei eficienţe economice ridicate.

În general, condiţiile de ordin calitativ pe care trebuie să le îndeplinească un produs sînt definite în specificaţii (documente tehnice normative ). Acestea, însă, nu garantează prin ele însele că vor fi satisfăcute toate cerinţele şi exigenţele beneficiarilor privind deficienţele şi variaţiile susceptibile de a se produce în sistemul organizaţional relativ la concepţia şi realizarea produsului sau serviciului. În consecinţă, pe plan mondial, au fost formulate, pe plan normativ, linii directoare şi exigenţe asupra sistemelor calităţii, care completează cerinţele date în specificaţiile tehnice aferente produsului sau serviciului. Apariţia standardelor obligatorii a accelerat această tendinţă, dar, practic, diversitatea în terminologia folosită pe plan mondial de mai multe organisme de standardizare sau departamente guvernamentale a generat la noi unele confuzii, situaţie care, surprinzător, a determinat consecinţe pe planul calităţii şi eficienţei producţiei.

Producător, beneficiar sau organ de control neutru, fiecare doreşte să fie sigur în privinţa calităţii produsului sau serviciul implicat, a faptului că acesta va satisface cerinţele impuse. Pentru unii, aceasta înseamnă că trebuie controlată calitatea — de aici controlul calităţii; pentru alţii, calitatea trebuie asigurată — de aici asigurarea calităţii. De asemenea, potrivit unor păreri, produsele sau serviciile trebuie realizate conform cerinţelor şi beneficiarii sînt obligaţi să le evalueze şi să se asigure de aceasta ; potrivit altor opinii, fabricaţia trebuie evaluată, de aici iar producătorul are datoria să demonstreze îndeplinirea cerinţelor prescrise, de aici evaluarea unui program şi a unui sistem al asigurării ce trebuie implementat. Dacă ne referim la cei doi termeni „control" şi „asigurare", fiecare din ei poate fi utilizat în trei sensuri. Cel de control : în sens de evaluare prin verificare, inspecţie ;în sens de conducere — actul de dirijare —, direcţionare ; în sens de stabilitate — a ţine sub control menţinerea parametrilor. În legătură cu termenul de asigurare a calităţii, accepţiunile cele mai frecvente sînt : a îndepărta dubiul, nesiguranţa sau grija, actul de a da încredere în sine şi altora ; a face sigur, starea de a fi sigur, certitudinea ca o rezultantă a asigurării calităţii : şi, în fine, formele legale pentru despăgubiri.

Care este importanţa semnalării unor asemenea interpretări diferite în privinţa termenelor referitori la calitatea producţiei ? Atunci cînd se utilizează termenul de „control" de calitate, unii îi acordă sensul de evaluare pur şi simplu a produsului. Alţii îl interpretează ca evaluînd cerinţele beneficiarului, proiectul produsului, procesul de fabricaţie şi produsul final. Cînd este folosit în sensul de conducere, interpretarea termenullui de control este extinsă pînă la definirea sistemului necesar pentru menţinerea sau îmbunătăţirea calităţii.

Acelaşi mod diferit de interpretare se practică şi pentru termenul de asigurare a calităţii. Cînd „asigurare" e folosit în sensul de atitudine, asigurarea calităţii este considerată de unii a fi controlul activităţii de control al calităţii şi serveşte pentru a verifica dacă programul de control al calităţii este complet elaborat, implementat şi funcţionează corespunzător. Dacă termenul se interpretează în sens de acţiune, asigurarea calităţii este concepută ca o funcţie complexă care cuprinde o largă paletă de activităţi, toate menite să

*) La data cînd au fost exprimate opiniile din acest articol şi prelucrarea standardelor internaţionale publicate în continuare, dr. ing. Dan Stoichiţoiu era şeful Colectivului central de fiabilitate al MIEt.

creeze condiţii pentru obţinerea unor produse de înalt nivel calitativ.

O altă divergenţă în opinii şi în practică există în ceea ce priveşte transpunerea pe o bază funcţională, organizatorică a activităţilor necesare a fi desfăşurate pentru asigurarea calităţii şi controlul calităţii.

Ţinînd seama de asemenea controverse în terminologie şi pentru a asigura o înţelegere mutuală în comunicarea internaţională, Organizaţia Internaţională de Standardizare şi a normelor existente în domeniu, a elaborat, în anul 1986, standardul „Calitate. Terminologie".

Evident, şi pentru ţara noastră, aflată în plin proces de dezvoltare a relaţiilor comerciale pe piaţa externă, se pune problema necesităţii alinierii la standardele internaţionale şi a definirii termenilor de bază relativi la conceptele privind calitatea produselor şi serviciilor, pentru clarificarea, înţelegerea şi utilizarea lor corespunzătoare în specificarea calităţii şi elaborarea de norme, standarde şi publicaţii în domeniu. Aceasta cu atît mai mult cu cît standardul nostru „Calitatea produselor — Terminologie", în vigoare din 1976, este depăşit. De altfel, tocmai datorită opiniilor diferite în legătură cu terminologia calităţii, deşi de mai mulţi ani în planul Institutului Român de Standardizare se prevede revizuirea acestui act normativ, nu s-a ajuns încă la un rezultat concret.

Acum însă, o dată cu apariţia standardului internaţional menţionat se poate considera că a sosit timpul să se pună capăt controverselor, să se acţioneze cu operativitate şi eficienţă. De altfel, în acest sens, încă din anul 1987 a fost elaborat un proiect de standard, în consens cu standardul internaţional, dar care nu a căpătat încă un caracter normativ.

De asemenea, avînd în vedere importanţa activităţii de asigurare a calităţii în etapa actuală şi faptul că în tot mai multe unităţi economice se implementează sisteme de asigurare şi control al calităţii, este necesar ca tot prin standarde de stat sau prin standarde de stat de recomandare să se furnizeze liniile directoare privind organizarea şi funcţionarea sistemelor de asigurare a calităţii.

Necesitatea unor asemenea standarde derivă, în primul rînd, din relaţiile contractuale cu partenerii străini. Mai multe standarde naţionale străine referitoare la asigurarea calităţii fixează un ansamblu de exigenţe pe care un furnizor trebuie să le satisfacă pentru a oferi beneficiarului o garanţie formală a calităţii, bazată pe demonstrarea obiectivă a ansamblului de măsuri luate pentru satisfacerea cerinţelor sale. Inexistenţa standardelor la care ne-am referit constituie un obstacol în recunoaşterea mutuală a certificării în regim de asigurare a calităţii şi obligă întreprinderile să piardă mult timp şi să cheltuiască fonduri pentru a se adapta la procedura proprie de certificare a fiecărui beneficiar sau partener extern, ceea ce, evident, grevează costul producţiei şi creează dificultăţi în executarea operativă a comenzii. Sînt neajunsuri ce ar putea fi evitate dacă întreprinderea ar putea face dovada implementării unui sistem de asigurare a calităţii pe baza unui standard de stat aliniat la standardele internaţionale.

În al doilea rînd, sistemul de asigurare a calităţii poate varia de la o întreprindere la alta, chiar din aceeaşi ramură industrială, în funcţie de obiectivele stabilite pentru unitatea respectivă, de natura şi importanţa economică a produselor şi serviciilor oferite. Ori, prin standardizarea liniilor directoare pentru selecţia şi implementarea unui sistem de asigurare a calităţii s-ar crea bazele pentru constituirea unor sisteme de asigurare a calităţii aşa cum există pentru unele domenii de vîrf ale industriei. Aceste standarde, împreună cu altele privind activităţile din cadrul buclei (spiralei) calităţii, a ciclului de viaţă al unui produs, ar crea şi premisele pentru îndeplinirea deziderатului privind completarea funcţiilor tradiţionale ale întreprinderii cu „funcţia calităţii", care trebuie să definească şi să acopere ansamblul de activităţi şi aria de responsabilităţi privind realizarea de produse sau servicii corespunzătoare pentru utilizare, în condiţii de eficienţă economică maximă.

* * *

**Nota redacţiei**: În continuarea acestui articol publicăm o formă a proiectului de standard „Calitate. Terminologie" elaborat după standardul internaţional ISO 8402. Totodată, începînd din acest număr, vom prezenta şi seria de standarde ISO 9000—9004 "Sistemele calităţii. Conducerea şi asigurarea calităţii".

Aşteptăm opiniile dumneavoastră referitor la aceste documente şi propuneri privind modalităţile de introducere cît mai rapidă şi eficientă în practică a prevederilor cuprinse în acestea. Cele mai interesante opinii şi propuneri le vom publica în numerele viitoare ale revistei.

# Calitate. Terminologie

(Prelucrare după standardul internaţional ISO 8402—1986 „Quality. Vocabulary")

*NOTĂ :* Faţă de ISO 8402—1986 standardul cuprinde suplimentar şase termeni, care sînt marcaţi cu asterisc.

## 1 OBIECT ŞI DOMENIU DE APLICARE

Prezentul standard stabileşte principalii termeni referitori la conceptele privind calitatea produselor şi serviciilor, precum şi definiţiile acestora.

În prezentul standard, în lipsa altor indicaţii, un produs sau un serviciu poate fi :

— rezultatul activităţilor sau proceselor (produse materiale, produse imateriale ca : service-ul, programe de calculator, proiecte, instrucţiuni de utilizare), sau

— o activitate ori un proces (ca : prestarea unui serviciu sau executarea unei faze din fluxul de fabricaţie).

## 2 TERMINOLOGIE

2.1 **Calitate** — Ansamblul proprietăţilor şi caracteristicilor unui produs sau serviciu, care îi conferă acestuia aptitudinea de a satisface anumite cerinţe, exprimate sau implicite.

*OBSERVAŢII :*

1. Cerinţele se specifică în condiţii contractuale ; în alte condiţii, cerinţele implicite trebuie identificate şi definite.

2. În numeroase cazuri, cerinţele se pot modifica în timp, ceea ce implică revizuirea periodică a specificaţiei de produs.

3. Cerinţele sînt exprimate, de obicei, prin proprietăţi şi caracteristici specifice. Cerinţele pot include aspecte referitoare la aptitudinea de utilizare, securitate, disponibilitate, fiabilitate, mentenabilitate, precum şi aspecte economice şi privind mediul înconjurător.

4. Termenul calitate nu se utilizează nici pentru exprimarea unui nivel de performanţă în sens comparativ, nici în sens cantitativ pentru evaluări tehnice. În asemenea cazuri se utilizează un calificativ. De exemplu, se pot folosi următorii termeni :

*a*) calitate relativă, cînd produsele sau serviciile sînt clasificate după nivelul de performanţă sau într-un sens comparativ ;

*b*) nivel de calitate şi măsura calităţii, cînd evaluări tehnice precise sînt efectuate într-un sens cantitativ.

5. Calitatea unui produs sau serviciu este influenţată de numeroase faze ale unor activităţi interdependente, de exemplu concepţia (cercetare, inginerie tehnologică, proiectare), fabricaţie sau operaţiile de service şi mentenanţă.

6. Obţinerea economică a unei calităţi satisfăcătoare implică ansamblul fazelor (activităţilor) din spirala calităţii (a se vedea pct. 2.3). Pentru a pune în evidenţă aportul la calitatea produsului sau serviciului a diferitelor faze din spirala calităţii, acestea sînt uneori identificate şi considerate separat. De exemplu : calitatea datorită concepţiei, calitatea execuţiei sau calitatea de conformanţă.

7. În unele surse documentare, pentru desemnarea calităţii se utilizează expresii ca : aptitudinea de utilizare sau satisfacere a cerinţelor beneficiarului sau conformitate cu cerinţele. Întrucît aceste expresii reprezintă numai anumite faţete ale calităţii, de regulă sînt necesare explicaţii suplimentare pentru evidenţierea conceptului de mai sus.

2.2 **Clasă (de calitate)** — Indicatorul de ierarhizare referitor la proprietăţile sau caracteristicile ce acoperă diferite ansambluri de cerinţe pentru produsele sau serviciile destinate aceleiaşi utilizări funcţionale.

*OBSERVAŢII :*

1. Clasa reflectă o diferenţă prevăzută în cerinţe sau neplanificată, dar recunoscută. Accentul este pus pe relaţia dintre cost şi utilizarea funcţională.

2. Un produs de clasă superioară poate fi de calitate inadecvată în raport cu satisfacerea cerinţelor şi viceversa.

3. Cînd clasa este exprimată printr-un număr, clasa de nivelul cel mai înalt se notează cu numărul 1, iar clasele de nivelul cel mai scăzut se notează cu numerele 2, 3, 4 etc. Cînd clasa este exprimată printr-un număr de puncte, de exemplu printr-un număr de stele, clasa de nivelul cel mai scăzut este recunoscută, de regulă, prin numărul cel mai mic de puncte sau de stele.

2.3 **Spirala calităţii** — sinonim : **bucla calităţii** — Modelul conceptual al activităţilor interdependente care influenţează calitatea unui produs sau serviciu de-a lungul fazelor ciclului de viaţă al acestuia, de la identificarea cerinţelor pînă la evaluarea satisfacerii lor şi scoaterea din uz (a se vedea figura).

2.4 **Politica în domeniul calităţii** — Orientările şi obiectivele generale ale unei unităţi

în ceea ce privește calitatea formulate de conducerea unității.

*OBSERVAȚIE :*

Politica în domeniul calității este un element al strategiei generale a unității și este aprobată de organul colectiv de conducere al acesteia.

2.5 **Conducerea calității** — sinonim : **managementul calității** — Aspectul funcției de conducere care determină și implementează strategia calității.

*OBSERVAȚII :*

1. Obținerea calității dorite implică angajamentul și participarea întregului personal al unității, în timp ce responsabilitatea conducerii calității aparține conducerii unității.

2. Conducerea calității implică metoda de conducere, alocarea resurselor și alte activități sistematice în domeniul calității, ca planificarea calității, activitățile operaționale și de evaluare.

2.6 **Asigurarea calității** — Ansamblul activităților planificate și sistematice necesare pentru a da încrederea corespunzătoare că produsul sau serviciul va satisface condițiile de calitate specificate.

*OBSERVAȚII :*

1. Asigurarea calității nu este completă dacă condițiile de calitate specificate nu reflectă în întregime cerințele beneficiarului.

2. Pentru a fi eficientă, asigurarea calității implică, în general, o evaluare permanentă a factorilor care influențează gradul de adecvare a concepției (cercetare, inginerie tehnologică, proiectare) sau a specificațiilor tehnice cu aplicațiile prevăzute, precum și verificări și audituri asupra fabricației, montajului, exploatării și operațiilor de verificare a calității. A da încredere poate implica și furnizarea de dovezi.

3. Într-o unitate, asigurarea calității este utilizată ca un mijloc de conducere. În situații contractuale, asigurarea calității servește, de asemenea, pentru a da încredere în furnizori.

4. Activitățile desfășurate cu scopul de a da încredere conducerii unei unități că este atinsă calitatea specificată sînt denumite asigurarea internă a calității.

Activitățile desfășurate cu scopul de a da încredere beneficiarului că sistemul calității de la furnizor conduce la un produs sau un serviciu care să satisfacă condițiile de calitate sînt denumite asigurarea externă a calității.

5. În anumite domenii (nuclear, naval, aviație etc.) asigurarea calității vizează, în principal, îndeplinirea cerințelor de securitate, disponibilitate, siguranță în funcționare, protecția mediului etc.

2.7 **Controlul calității** — Metodele și activitățile cu caracter operațional, utilizate pentru stăpînirea (dirijarea) calității în vederea îndeplinirii condițiilor de calitate.

*OBSERVAȚII :*

1. Pentru evitarea oricăror confuzii se recomandă adăugarea unui calificativ la acest termen, dacă este utilizat :

*a*) în sens mai restrictiv, de exemplu : controlul calității (cercetare, inginerie tehnologică, proiectare), controlul calității procesului de fabricație sau

*b*) în sens mai larg, extins la nivelul unității, de exemplu : controlul total al calității (controlul complex al calității).

2. Controlul calității implică tehnici operaționale și activități sistematice și planificate care au ca scop atît urmărirea unui proces, cît și eliminarea cauzelor de performanțe necorespunzătoare în toate fazele spiralei calității, în vederea atingerii unei eficiențe economice maxime.

2.8 **Sistemul calității** — Ansamblul structurii organizatorice, a activităților și responsabilităților, a procedurilor, proceselor și a resurselor prevăzute pentru implementarea conducerii calității.

*OBSERVAȚII :*

1. Sistemul calității nu trebuie să fie mai extins decît este cerut de realizarea obiectivelor calității.

2. În cazul unor clauze contractuale, prescripții obligatorii sau pentru o evaluare poate fi cerută demonstrarea implementării anumitor elemente specificate ale sistemului.

3. Pentru evidențierea unui anumit aspect al sistemului calității, uneori se utilizează termenii : sistemul de conducere a calității, sistemul de asigurare a calității, sistemul de control al calității.

2.9 **Programul calității** — Setul de documente care reglementează măsurile tehnico-organizatorice specifice în domeniul calității, resursele și secvența activităților.

*OBSERVAȚIE :*

Programul calității definește :

— obiectivele calității ;

— atribuirea specifică a responsabilităților și a autorității pe parcursul diferitelor faze de execuție ;

— procedurile, metodele și instrucțiunile specifice de aplicare ;

— planurile de verificarea calității ;

— metoda de introducere a modificărilor în programul calității ;

— planurile de auditul calității ;

— alte măsuri necesare pentru atingerea obiectivelor.

2.10 **Manualul calităţii** * — Documentul de bază utilizat pentru elaborarea, implementarea şi menţinerea unui sistem al calităţii

*OBSERVAŢIE:*

După structura unităţii, natura şi diversitatea activităţilor sale, manualul calităţii se referă la toate sau numai la unele din aceste activităţi.

2.11 **Procedurile calităţii** * — Documentele care specifică scopul şi domeniul diferitelor activităţi din cadrul sistemului calităţii, descriind etapele şi modul de lucru, responsabilităţile implicate şi înregistrările de calitate.

*OBSERVAŢIE:*

Procedurile calităţii pot fi: proceduri ale funcţiunilor sistemului calităţii, proceduri de verificări şi încercări ale calităţii, proceduri pentru procese speciale, proceduri de supraveghere, proceduri de lucru etc.

2.12 **Plan de verificări şi încercări de calitate*** — Documentul sintetic care enumeră toate verificările şi încercările necesare la aprovizionare, pe faze de execuţie şi în final, pentru un produs sau un serviciu, cu trimitere la documentele de verificare a calităţii (proceduri, plan de operaţii, program tehnologic de verificare, standarde, instrucţiuni etc).

*OBSERVAŢIE:*

În anumite domenii planul de verificări şi încercări ale calităţii se numeşte plan de control de calitate, verificări şi încercări.

2.13 **Auditul calităţii** — sinonim **Examinare tehnică** — Analiza sistematică şi independentă efectuată pentru a determina dacă activităţile şi rezultatele referitoare la calitate satisfac dispoziţiile prestabilite şi dacă aceste dispoziţii sînt eficient implementate şi apte pentru realizarea obiectivelor.

*OBSERVAŢII:*

1. Auditul calităţii se poate referi la sistemul calităţii sau elementele acestuia (auditul sistemului), la procese (auditul procesului), la produse sau servicii (auditul produsului sau serviciului), la fiabilitate (auditul fiabilităţii).

2. Auditurile calităţii sînt efectuate de persoane împuternicite care nu au responsabilităţi directe în sectorul examinat, dar care cooperează cu personalul sectorului respectiv.

3. Scopul unui audit al calităţii este de a evalua necesităţile de îmbunătăţire sau acţiunile coercitive. Auditul nu trebuie confundat cu activităţile de supraveghere sau de verificare efectuate în scopul de a stăpîni un proces sau de a accepta un produs.

4. Auditurile calităţii pot fi interne sau externe (efectuate de beneficiari sau de organe de inspecţie, la furnizorii de produse şi servicii).

5. În anumite domenii auditul calităţii se numeşte examinarea (sau evaluarea tehnică de asigurarea calităţii).

2.14 **Inspecţie** * — Acţiunea efectuată programat sau inopinat, în stadii de lucru sau de fabricaţie prestabilite, cu scopul verificării respectării condiţiilor de calitate.

2.15 **Ingineria calităţii** * — Conceperea şi aplicarea celor mai adecvate tehnici şi metode pentru realizarea calităţii cerute.

*OBSERVAŢII:*

1. Ingineria calităţii — ramură a ingineriei sistemelor — se ocupă cu definirea, proiectarea, planificarea, dezvoltarea, realizarea şi evaluarea sistemului calităţii.

2. Prin activităţile de ingineria calităţii se asigură că documentele programului calităţii sînt adecvate şi eficient implementate atît în propria unitate, cît şi la furnizorii săi de produse sau servicii, în conformitate cu cerinţele specificate.

3. Ingineria calităţii presupune cunoştinţe privind: dezvoltarea şi aplicarea sistemelor calităţii; aplicarea metodelor statisticii matematice; dezvoltarea şi analiza planurilor de verificări şi încercări şi a procedurilor aferente; bilanţul costurilor calităţii; ştiinţa conducerii în domeniul calităţii; probleme ale motivaţiei pentru calitate etc.

2.16 **Supravegherea calităţii** * — Urmărirea şi verificarea permanentă a stării procedurilor, metodelor, condiţiilor de execuţie, procedeelor, produselor şi serviciilor şi analiza rezultatelor înregistrate, comparativ cu cele de referinţă în vederea asigurării că sînt în curs de îndeplinire condiţiile de calitate specificate.

*OBSERVAŢII:*

1. Supravegherea calităţii poate fi efectuată de beneficiar sau în numele acestuia, pentru a se asigura că se respectă condiţiile contractuale.

2. Supravegherea calităţii trebuie să ia în considerare factorii care pot conduce la deteriorarea sau degradarea în timp a calităţii.

2.17 **Analiza (revizia) sistemului calităţii** — Evaluarea periodică efectuată de conducerea unităţii, privind starea şi gradul de adecvare a sistemului calităţii în raport cu strategia calităţii şi cu noile obiective rezultate din evoluţia circumstanţelor

2.18 **Analiza (sau revizia) concepţiei** — Examinarea completă şi sistematică, pe bază de documente, a proiectului, cu scopul de a evalua cerinţele iniţiale şi capacitatea concepţiei de a le satisface, de a identifica problemele şi de a propune soluţii

*OBSERVAȚII:*

1. Singură, analiza proiectului nu e suficientă pentru a garanta o concepție corectă.
2. Analiza proiectului poate fi făcută în orice etapă a procesului de concepție.
3. Capabilitatea proiectului include printre altele, aptitudinea de utilizare, fezabilitatea, posibilitatea de a fi fabricat și de a fi măsurat, performanțele, fiabilitatea, mentenabilitatea, securitatea, condițiile de viață și de protecție a mediului, factorul timp și costul pe întregul ciclu de viață.
4. Echipa de analiză a proiectului trebuie să includă personal calificat, aparținînd tuturor funcțiilor susceptibile să influențeze calitatea.

2.19 **Verificare** — Activitatea de măsurare, examinare, analiză sau încercare a unei sau mai multor caracteristici ale unui produs sau serviciu și de comparare a acestora cu cerințele specificate, în vederea stabilirii conformității lor

2.20 **Trasabilitate** — Sinonm: **Identificare** — Aptitudinea de regăsire a istoricului, utilizării sau localizării unui produs ori a unei activități sau a unor produse ori activități similare, prin mijloace de identificare înregistrate.

*OBSERVAȚII:*

1. Termenul trasabilitate poate fi utilizat în trei accepțiuni principale:

*a*) în sensul de livrare la utilizator, se referă la produsele sau serviciile furnizate;

*b*) în sensul de etalonare, la racordarea mijloacelor de măsurare cu etaloanele naționale ori internaționale, cu etaloanele primare sau cu constantele și proprietățile fizice fundamentale;

*c*) în sensul de culegere de date, constituite în dosare de istoria calității leagă calculele și datele generate de-a lungul spiralei calității produselor și serviciilor.

2. Punctul de plecare sau perioada acoperită prin trasabilitate trebuie specificată.

2.21 **Derogare (după execuție)** — Aprobarea scrisă pentru utilizarea sau livrarea unei cantități de produse, componente sau stocuri deja realizate, dar neconforme condițiilor specificate.

*OBSERVAȚIE:*

Derogarea poate fi acordată pentru cantități sau perioade limitate și pentru utilizări precise, conform prevederilor legale.

2.22 **Derogare înainte de execuție** — Aprobarea scrisă, acordată înainte de realizarea unui produs sau prestarea unui serviciu, pentru abaterea de la condițiile stabilite a unei cantități specificate sau pe o perioadă specificată.

*OBSERVAȚIE:*

Derogarea înainte de fabricație se acordă conform prevederilor legale.

2.23 **Neconformitate** — Nesatisfacerea condițiilor specificate.

*OBSERVAȚII:*

1. Definiția se referă la abaterea sau la absența unei ori mai multor caracteristici de calitate sau a elementelor unui sistem al calității față de condițiile specificate.
2. Diferența esențială dintre neconformitate și defect constă în faptul că pot diferi condițiile specificate de condițiile de utilizare prevăzute. A se vedea și pct 2.24.
3. Neconformitățile se pot referi la deficiențe (abateri) care fac ca pentru un produs sau serviciu calitatea să fie inacceptabilă, nedeterminată sau neconformă cu condițiile specificate sau la deficiențe în activități, documente sau alte elemente ale sistemului calității.

2.24 **Defect** — Nesatisfacerea cerințelor pentru utilizarea prevăzută.

*OBSERVAȚII:*

1. Definiția se referă la abaterea sau la absența unei ori mai multor caracteristici de calitate față de condițiile de utilizare prevăzute.
2. Diferența esențială dintre neconformitate și defect constă în faptul că pot diferi condițiile specificate de cerințele de utilizare prevăzute.

2.25 **Fiabilitate** — Conform STAS 8174/1—77

2.26 **Gestiunea calității** — Metodologia prin care se evidențiază, se analizează și se urmărește evoluția costurilor calității, în vederea aplicării măsurilor tehnico-economice de îmbunătățire a calității și de optimizarea costului total al calității.

*OBSERVAȚIE:*

Forma de prezentare a costurilor calității, destinată analizei și luării deciziilor de optimizare, este bilanțul costurilor. În cadrul bilanțului se evidențiază următoarele categorii de costuri:

*a*) costuri legate de obținerea calității:
- — costuri de prevenire a defectelor
- — costuri de evaluare a calității
- — costuri datorită defectelor (pierderilor) interne
- — costuri datorită defectelor (pierderilor) externe

*b*) costuri legate de asigurarea externă a calității.

2.27 **Răspunderea juridică asupra produsului (serviciului)** — Termenul generic utilizat pentru descrierea obligației unui furnizor de a despăgubi prejudiciile materiale sau alte daune cauzate de un produs sau serviciu.

*OBSERVAȚIE:*

Limitele răspunderii furnizorului sînt cele stabilite de legislația în vigoare și de clauzele contractuale.

2.28 **Specificație tehnică** — Documentul care stabilește condițiile cărora un produs sau un serviciu trebuie să se conformeze.

*OBSERVAȚIE:*

Specificația tehnică trebuie să facă referire sau să includă desene, modele sau alte documente corespunzătoare și să indice mijloacele și criteriile pe baza cărora se verifică conformitatea.

Specificația poate fi un standard, o parte dintr-un standard sau un alt document.

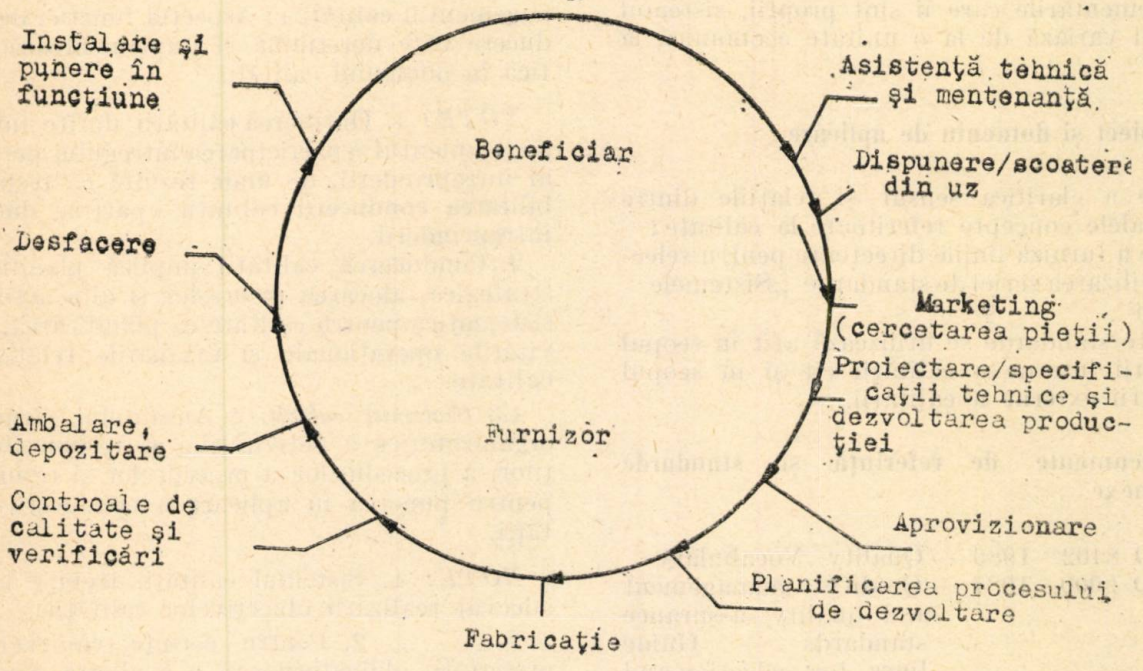



Figura 1

# Sistemele calității. Conducerea calității și asigurarea calității Linii directoare pentru selecție și utilizare

Prelucrare după standardul internațional ISO 9 000—1987 („Quality management and quality assurance standards — Guide lines for selection and use")

## 1 Generalități

Pe plan mondial se manifestă o tendință de creștere a exigențelor cumpărătorilor în materie de calitate. Această tendință este accentuată de luarea în considerare a constatării că îmbunătățirea continuă a calității este necesară pentru atingerea și menținerea unei înalte eficiențe economice. Astfel, unul din factorii esențiali care asigură competitivitatea unei unități economice este calitatea produselor sau serviciilor sale.

Majoritatea unităților industriale, comerciale sau publice fabrică un produs sau un serviciu destinat să satisfacă nevoile sau cerințele cumpărătorilor. Aceste nevoi sau cerințe figurează adesea în specificații tehnice. Totodată, specificațiile tehnice sau documentele tehnice nor-

mative nu garantează, prin ele însele, că exigenţele unui beneficiar vor fi efectiv satisfăcute sau că nu vor apărea deficienţe sau variaţii importante relativ la concepţia şi realizarea produsului sau serviciului, susceptibile să se producă în sistemul organizaţional.

În consecinţă, aceasta a condus la dezvoltarea de linii directoare şi cerinţe asupra sistemelor calităţii care completează cerinţele din specificaţiile tehnice aferente produsului sau serviciului. Deoarece sistemul calităţii al unei unităţi este influenţat de obiectivele acesteia, prin produsele sau serviciile şi prin practicile şi reglementările care îi sînt proprii, sistemul calităţii variază de la o unitate economică la alta.

## 2 Obiect şi domeniu de aplicare

*a*) de a clarifica sensul şi relaţiile dintre principalele concepte referitoare la calitate;

*b*) de a furniza liniile directoare pentru selecţia şi utilizarea seriei de standarde „Sistemele calităţii".

Aceste standarde se utilizează atît în scopul asigurării interne a calităţii cît şi în scopul asigurării externe a calităţii.

## 3 Documente de referinţă şi standarde conexe

3.1 ISO 8402—1986 — Quality. Vocabulary

3.2 ISO 9000—1987 — Quality management and quality assurance standards — Guide lines for selection and use.

3.3 ISO 9001—1987 — Quality systems — Model for quality assurance in design development, production, installation and servicing.

3.4 ISO 9002—1987 — Quality systems — Model for quality assurance in production, and installation

3.5 ISO 9003—1987 — Quality systems — Model for quality assurance in final inspection and test

3.6 ISO 9004—1987 — Guide to quality management and quality systems elements.

## 4 Terminologie

Termenii utilizaţi în prezentul standard sînt în conformitate cu definiţiile din standardul internaţional ISO 8402 [3.1].

Mai jos se preiau din ISO 8402 şi se definesc în extenso cinci termeni cheie, consideraţi de importanţă deosebită pentru buna înţelegere şi utilizare a prezentului standard.

4.1 *Politica în domeniul calităţii:* Orientările şi obiectivele generale ale unei întreprinderi în ceea ce priveşte calitatea, exprimate explicit şi oficial de conducerea sa

*NOTĂ:* Politica în domeniul calităţii este un element al politicii generale a întreprinderii şi este aprobată de organul de conducere colectivă al acesteia

4.2 *Conducerea administrativă a calităţii:* (managementul calităţii): Aspectul funcţiei de conducere care determină şi implementează politica în domeniul calităţii

*NOTE:* 1. Obţinerea calităţii dorite implică angajamentul şi participarea întregului personal al întreprinderii, de unde rezultă că responsabilitatea conducerii calităţii aparţine direcţiei întreprinderii.

2. Conducerea calităţii implică planificarea strategică, alocarea resurselor şi alte activităţi sistematice pentru calitate ca planificarea, activităţile operaţionale şi evaluările relative la calitate.

4.3 *Sistemul calităţii:* Ansamblul structurii organizatorice a activităţilor şi responsabilităţilor, a procedurilor, a procedeelor şi resurselor pentru punerea în aplicare a conducerii calităţii.

*NOTE:* 1. Sistemul calităţii trebuie să fie adecvat realizării obiectivelor calităţii.

2. Pentru cerinţe contractuale, prescripţii obligatorii sau o evaluare, poate fi cerută demonstrarea implementării elementelor identificate ale sistemului.

4.4 *Controlul (conducerea, dirijarea) calităţii:* Tehnici şi activităţi cu caracter operaţional utilizate pentru a răspunde exigenţelor relative la calitate

*NOTE:* 1. Pentru a evita orice confuzie se recomandă a se adăuga un adjectiv la acest termen, funcţie de cazul concret în care se utilizează:

*a*) în sens mai restrictiv, de ex: controlul calităţii concepţiei (proiectului), controlul calităţii în fabricaţie etc., sau:

*b*) în sens mai larg, extins la ansamblul întreprinderii, de ex: controlul total al calităţii.

2. Controlul calităţii implică tehnici operaţionale şi activităţi care au ca scop urmărirea procesului şi eliminarea cauzelor de defecte în toate fazele spiralei calităţii, în vederea atingerii unei eficacităţi economice maxime.

4.5 *Asigurarea calităţii:* Ansamblul activităţilor planificate şi sistematice necesare pen-

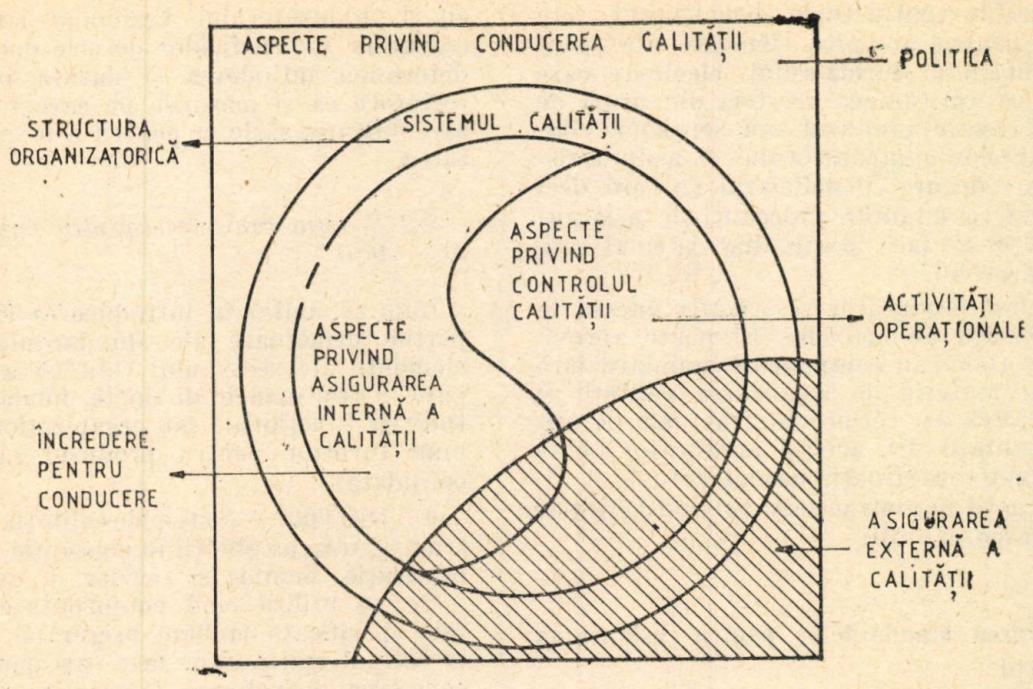



Fig. 1. Relația dintre concepte

tru a da încredere corespunzătoare că un produs sau serviciu va satisface cerințele date relative la calitate.

*NOTE :* 1. Asigurarea calității nu va fi completă dacă cerințele date nu reflectă în întregime nevoile utilizatorului.

2. În scopul eficacității, asigurarea calității implică, în general, o evaluare permanentă a factorilor care influențează gradul de adecvare al implicațiilor prevăzute prin concepție sau de specificații, ceea ce presupune verificări și audituri asupra operațiilor de execuție, montaj și control tehnic de calitate.

A da încredere implică a furniza probe și dovezi obiective.

3. Într-o întreprindere, asigurarea calității este utilizată ca un mijloc de conducere. În situații contractuale, asigurarea calității servește, de asemenea, pentru a da încredere în furnizor.

## 5 Concepte principale

O unitate economică trebuie să caute să atingă trei obiective referitor la calitate :

*a)* unitatea trebuie să realizeze și să mențină calitatea efectivă a produselor sau serviciilor sale, astfel încît în permanență să satisfacă nevoile exprimate sau implicite ale cumpărătorului, beneficiarului ;

*b)* unitatea trebuie să dea încredere și să furnizeze probe propriei conduceri că este atinsă, realizată, calitatea vizată ;

*c)* unitatea trebuie să dea încredere și să furnizeze probe și dovezi obiective beneficiarului că este sau va fi atinsă calitatea cerută pentru produsul sau serviciul livrat. Dacă ea este cerință contractuală, această clauză de încredere referitoare la probe și dovezi obiective de furnizat poate implica cerințe de dovezi obiective acceptate mutual.

Figura 1 ilustrează relația dintre conceptele definite la pct. 3, însă nu trebuie interpretată ca un model rigid.

*NOTE :* 1. Elementele care constituie un sistem al calității sînt enumărate în Anexa *A*.

2. Activitățile desfășurate pentru a da încredere conducerii unei unități economice că este atinsă calitatea prevăzută sînt adesea denumite „asigurarea internă a calității".

3. Activitățile vizînd a da încredere beneficiarului în aceea că sistemul calității al furnizorului va conduce la un produs sau serviciu care va satisface cerințele de calitate exprimate de cumpărător sînt adesea denumite, asigurarea externă a calității".

## 6 Caracteristicile situațiilor referitoare la sistemul calității

Prezentele părți ale standardului, privind sistemele calității, sînt destinate a fi utilizate în două situații diferite : contractuală și necontractuală.

În situație necontractuală, unitatea producătoare va căuta să pună în aplicare și să mențină un sistem al calității care să-i asigure propria competitivitate și care îi permite să atingă calitatea cerută pentru produse într-o manieră economică eficace.

În situaţiile contractuale, beneficiarul este interesat pentru anumite elemente ale sistemului calităţii al furnizorului, elemente care influenţează aptitudinea acesteia din urmă de a realiza efectiv produsul sau serviciul, conform cerinţelor cumpărătorului şi asupra riscurilor care decurg. Beneficiarul va cere deci contractual ca anumite proceduri de asigurarea calităţii să facă parte din sistemul calităţii furnizorului.

Un acelaşi producător se va afla adesea în ambele situaţii de mai sus. El poate aproviziona materiale sau componente standard fără cerinţe în materie de asigurarea calităţii şi cumpăra altele cu cerinţe contractuale de asigurarea calităţii. Un acelaşi producător poate vinde produse în situaţii necontractuale şi altele în situaţii necontractuale privind cerinţele de asigurarea calităţii.

## 7 Utilizarea standardelor pentru asigurarea calităţii

Orice producător trebuie mai întîi să consulte prezenta secţiune pentru a căpăta o largă înţelegere a modului de utilizare a standardului. Pentru a dezvolta şi implementa un sistem al calităţii, producătorul trebuie apoi să studieze secţiunea a V-a pentru a determina în ce măsură fiecare element al sistemului calităţii este aplicabil. Secţiunea a V-a a standardului dă liniile directoare privind factorii tehnici, administrativi şi umani care afectează calitatea produselor şi serviciilor şi care trebuie ţinuţi sub control. În cadrul acestei secţuni accentul se pune pe satisfacerea cerinţelor beneficiarului, definirea responsabilităţilor funcţionale şi pe evaluarea (atît cît este posibil) a riscurilor potenţiale şi a beneficiilor (eficienţei economice). Toate aceste puncte de interes vor fi luate în considerare pentru stabilirea şi menţinerea unui sistem al calităţii eficace.

## 8 Utilizarea părţilor standardului în scopuri contractuale

### 8.1 *Generalităţi*

După consultarea prezentei secţiuni şi a secţiunii V a standardului, se convine a se raporta la părţile II — IV pentru a determina care din aceste părţi se aplică cel mai bine contractului şi/sau ce adaptări specifice trebuie să fie făcute.

Selecţia şi aplicarea unui model pentru asigurarea calităţii adecvat unei situaţii date, trebuie să aducă beneficii atît cumpărătorului cît şi producătorului. Examinarea riscurilor, a costurilor şi beneficiilor de cele două părţi va determina întinderea şi natura informaţiilor reciproce ca şi măsurile pe care fiecare parte are obligaţia să le ia pentru a le asigura calitatea.

### 8.2 *Selecţia unui model pentru asigurarea calităţii*

Cum se indică în introducerea fiecăreia din părţile următoare ale standardului, anumite elemente ale sistemului calităţii au fost grupate în trei modele distincte, fondate pe aptitudinea funcţională sau organizaţională cerută unui furnizor pentru produsul sau serviciul considerat.

*a)* ISO 9001 — Sistemele calităţii. Model pentru asigurarea calităţii în concepţie, dezvoltare, fabricaţie, montaj şi service în exploatare.

Se va utiliza cînd conformitatea cu cerinţele specificate trebuie asigurată de furnizor în timpul mai multor faze care pot cuprinde : concepţia, dezvoltarea, fabricaţia, montajul, instalarea şi service-ul în garanţie şi post garanţie.

*b)* ISO 9002 — Sistemele calităţii. Model pentru asigurarea calităţii în fabricaţie şi montaj. Se utilizează cînd conformitatea cu cerinţele specificate trebuie asigurată de furnizor în timpul fabricaţiei şi montajului.

*c)* ISO 9003 — Sistemele calităţii. Model pentru asigurarea calităţii în controlul şi încercările finale.

Se utilizează cînd conformitatea cu cerinţele specificate trebuie asigurată numai pentru controalele şi încercările finale.

#### 8.2.1 Procedura de selecţie

Modelul trebuie să fie selecţionat după o analiză sistematică a factorilor descrişi în 8.2.2, o atenţie particulară dîndu-se factorului economic.

#### 8.2.2 Factori de selecţie

În plus faţă de criteriile funcţionale expuse în 8.2 *(a)*, *(b)* şi *(c)* următorii şase factori trebuie analizaţi în special în selecţia unui model adecvat pentru un produs sau serviciu :

*a)* Complexitatea procesului de cercetare proiectare.

Acest factor ţine de gradul de dificultate al concepţiei produsului sau serviciului, dacă un astfel de produs sau serviciu nu a fost încă elaborat.

*b)* Verificarea concepţiei

Acest factor este legat de gradul în care concepţia este cunoscută şi testată (verificată) în practică, fie prin încercări de performanţe, fie prin experienţa în exploatare.

*c)* Complexitatea procesului de producţie

Factorul se referă la :

— disponibilitatea proceselor de producţie omologate ;

— nevoia de dezvoltare de noi procese ;

— numărul şi diversitatea proceselor puse în aplicare ;

— impactul proceselor asupra performanţelor produsului sau serviciului.

*d)* Caracteristicile produsului sau serviciului

Acest factor ţine de complexitatea produsului sau serviciului, numărul de caracteristici interdependente şi criticitatea fiecăreia dintre ele, vis-a-vis de performanţe.

*e)* Securitatea procesului sau serviciului

Acest factor se referă la probabilitatea de apariţie a unei defectări şi consecinţele unei astfel de defectări.

*f)* Consideraţii economice

Acest factor ţine seama de costurile dependente de factorii precedenţi, atît pentru producător cît şi pentru cumpărător (beneficiar). Ele sînt ponderate în funcţie de cheltuielile ocazionate de o neconformitate a producţiei şi de activitatea de service.

### 8.3 *Demonstrare şi documentare*

Elementele unui sistem al calităţii trebuie să fie documentate şi demonstrate într-o manieră compatibilă cu cerinţele modelului selecţionat.

Demonstrarea elementelor sistemului calităţii se raportează la :

*a)* cît de adecvat este sistemul calităţii (de ex : concepţie, producţie, montaj şi service) ;

*b)* conformitatea produsului sau serviciului cu cerinţele specificate.

Documentaţia poate include, după caz, manualele calităţii, procedurile relative la calitate, planurile şi rapoartele de examinări tehnice de asigurarea calităţii şi alte înregistrări relative la calitate.

Natura şi gradul de demonstrare poate varia de la o situaţie la alta, ţinînd cont de criterii ca :

1. consideraţii economice, uzanţe şi condiţii de utilizare a produsului sau serviciului ;

2. complexitatea şi dificultatea fabricării produsului sau serviciului ;

4. aptitudinea de a judeca calitatea produsului şi gradul de adecvare pentru utilizarea prevăzută, bazată doar pe încercarea finală a produsului ;

5. cerinţele de securitate aferente produsului sau serviciului ;

6. performanţele trecute ale furnizorului.

### 8.4 *Evaluarea precontractuală*

Evaluările sistemului calităţii unui furnizor potenţial anterior comandării/contractării serveşte la o determina aptitudinea producătorului de a satisface cerinţele părţilor II, III şi IV din prezentul standard şi, dacă este necesar, a unor cerinţe suplimentare. Evaluările sînt efectuate fie direct de beneficiar, fie de un împuternicit al acestuia (organizaţie neutră sau organ de inspecţie).

Numărul de evaluări poate fi minimizat prin utilizarea părţii II, III şi IV din prezentul standard şi prin recunoaşterea evaluărilor precedente pe baza rapoartelor de evaluare.

### 8.5 *Elemente pentru încheierea contractelor economice*

#### 8.5.1 Adaptarea

Experienţa arată că selecţionarea uneia din părţile acestui standard poate răspunde într-un mod adecvat majorităţii situaţiilor contractuale. Totodată, în anumite cazuri, elementele sistemului calităţii, cerute în partea de standard aleasă, pot fi suprimate prin acordul ambelor părţi. În anumite cazuri pot fi adăugate elemente suplimentare. În toate aceste cazuri acordul stabilit între furnizor şi beneficiar trebuie stipulat în contract.

#### 8.5.2 Analiza elementelor contractuale privind sistemul calităţii

Se convine că cele două părţi contractante să examineze ansamblul proiectului de contract pentru a fi siguri de conţinutul cerinţelor de asigurarea calităţii şi de a se asigura că aceste cerinţe sînt mutual acceptate cu privire la consideraţiile economice şi de riscuri şi, aceasta, în funcţie de situaţiile respective ale părţilor.

#### 8.5.3. Cerinţe suplimentare în materie de asigurarea calităţi sau de sistemele calităţii

Este necesar să se includă în contract cerinţe suplimentare ca planurile calităţii, programele de asigurarea calităţii, planuri de control de calitate, verificări şi încercări, planuri de audit etc.

#### 8.5.4 Cerinţe tehnice

Cerinţele tehnice referitoare la produsul sau serviciul contractat trebue definite în specificaţiile tehnice anexe la contract.

## ANEXA A

### Tablou de corespondență între elementele sistemului calității

| Nr. capitol ISO 9004 | Titlu sau subtitlu | Nr. capitol corespondent | | |
|---|---|---|---|---|
| | | ISO 9001 | ISO 9002 | ISO 9003 |
| 5 | Responsabilitatea conducerii | 5.1. ● | 5.1. * | 5.1. ○ |
| 6 | Principiile sistemului calității | 5.2. ● | 5.2. ● | 5.2. * |
| 6.4. | Auditul sistemului calității | 5.17 ● | 5.16. * | — |
| 7 | Costurile calității | — | — | — |
| 8. | Calitatea în marketing (analiza contractului). | 5.3. ● | 5.3. * | — |
| 9. | Calitatea în concepție | 5.4. ● | — | — |
| 10. | Calitatea în aprovizionare | 5.6. ● | 5.5. ● | — |
| 11. | Calitatea în fabricație | 5.9. ● | 5.8. ● | — |
| 12. | Controlul fabricației | 5.9. ● | 5.8. ● | — |
| 12.1. | Controlul de recepție și trasabilitate | 5.8. ● | 5.7. ● | 5.4. * |
| 12.6. | Stadiul controlului (verificărilor). | 5.12. ● | 5.11. ● | 5.7. * |
| 13. | Verificarea produsului (controlul și încercările finale). | 5.10. ● | 5.9. ● | 5.5. * |
| 14. | Ținerea sub control a mijloacelor de măsurare și de încercări. | 5.11. ● | 5.10. ● | 5.6. * |
| 15. | Neconformități | 5.13. ● | 5.12. ● | 5.8. * |
| 16. | Acțiuni corective | 5.14. ● | 5.13. ● | — |
| 17. | Manipularea și funcțiile post fabricație | 5.15. ● | 5.14. ● | 5.9. * |
| 17.2. | Service | 5.19. ● | — | — |
| 18. | Documentația calității | 5.5. ● | 5.4. ● | 5.3. * |
| 18.3. | Înregistrări de calitate | 5.16. ● | 5.15. ● | 5.10. ○ |
| 19. | Calificarea și scolarizarea personalului | 5.18. ● | 5.17. * | 5.11. ○ |
| 20. | Securitatea și responsabilitate juridică | — | — | — |
| 21. | Utilizarea metodelor statistice | 5.20. ● | 5.18. ● | 5.12. * |
| — | Produse furnizate de beneficiar | 5.7. ● | 5.6. ● | — |

*NOTĂ*: Titlurile capitolelor aflate în tabel sînt conform ISO 9004.
Cerințele din ISO 9001, 9002 și 9003 sînt aceleași în multe cazuri, dar nu în toate.

Legendă:
● — cerință completă
* — mai puțin severă ca în ISO 9002
○ — mai puțin severă ca în ISO 9003
— — element absent

# Asociaţia pentru protecţia consumatorilor

*Din iniţiativa unui grup de specialişti din cadrul Comisiei Naţionale pentru Standarde, Metrologie şi Calitate a luat fiinţă în Bucureşti „Asociaţia pentru protecţia consumatorilor". Din discuţia avută cu o parte din membrii acesteia rezultă că această asociaţie urmăreşte să protejeze interesele cetăţenilor cu privire la calitatea bunurilor de larg consum şi serviciilor plătite.*

*Pot face parte din această asociaţie persoane fizice beneficiari de produse şi servicii, precum şi specialişti care prin activitatea lor pot contribui la rezolvarea unor probleme tehnico-economice, în scopul protecţiei consumatorului împotriva consecinţelor negative pe care le poate avea calitatea necorespunzătoare a unor produse sau servicii.*

*Organizaţia nu are caracter politic şi îşi propune să apere interesele cetăţenilor indiferent de apartenenţa religioasă, etnică sau politică a acestora.*

*Publicăm în continuare Statutul acestei organizaţii precum şi cererea de înscriere în asociaţie. Menţionăm că taxa de înscriere este de 25 lei.*

# STATUTUL
## Asociaţiei pentru protecţia consumatorilor

### I. Dispoziţii generale

Art. 1. Asociaţia pentru protecţia consumatorilor se constituie ca persoană juridică independentă, care îşi propune să protejeze interesele legale ale membrilor săi, indiferent de apartenenţă politică, religioasă sau etnică, cu privire la calitatea produselor, construcţiilor, prestaţiilor tehnice şi serviciilor plătite, în conformitate cu prevederile din prezentul statut şi a hotărîrii judecătoreşti.

Art. 2. Asociaţia pentru protecţia consumatorilor este sprijinită de Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate.

Art. 3. Se poate înscrie în această asociaţie orice persoană fizică din România, care doreşte să-şi aducă în mod cinstit şi corect contribuţia la soluţionarea unor probleme tehnice, comerciale, economice, organizatorice etc., referitoare la protecţia consumatorilor împotriva consecinţelor negative generate de calitatea necorespunzătoare a unor produse, construcţii, prestaţii tehnice şi servicii şi să fie protejată în cazul în care a suferit prejudicii ca urmare a cumpărării unor produse, construcţii, prestaţii tehnice sau servicii necorespunzătoare calitativ.

Înscrierea în asociaţie este liber consimţită şi se face pe bază de cerere scrisă.

### II. Obiectivele asociaţiei

Art. 1 Asociaţia îşi propune în principal, în prima etapă, următoarele obiective:

— îmbunătăţirea conţinutului documentelor tehnice normative (standarde, caiete de sarcini, fişe tehnice, proiecte etc) a produselor, construcţilor, prestaţiilor tehnice şi serviciilor, în vederea introducerii în acestea a unor parametrii tehnico-calitativi care să conducă la protecţia consumatorilor, mediului ambiant şi ridicării calităţii vieţii;

— analizarea nemulţumirilor formulate în scris de către consumatori — membrii asociaţiei, cu privire la calitatea necorespunzătoare a produselor, construcţiilor, prestaţiilor tehnice şi serviciilor oferite de către unităţile economice (de stat, cooperatiste, mixte sau particulare), în vederea soluţionării lor;

— intervenirea la producătorii, executanţii de lucrări de construcţii şi prestatorii de servicii în vederea luării de către aceştia a unor măsuri care să conducă la eliminarea cauzelor care au determinat nemulţumiri în rîndul consumatorilor, datorită calităţii necorespunzătoare a produselor, construcţiilor, prestaţiilor tehnice şi serviciilor cumpărate;

— solicitarea retragerii de pe piaţă a produselor care prezintă abateri calitative ce pun în pericol sănătatea consumatorilor sau care nu-şi pot îndeplini în mod corespunzător scopul pentru care au fost realizate;

— solicitarea remedierii produselor, construcţiilor, prestaţiilor tehnice şi serviciilor care au prezentat, în perioada de garanţie, deficienţe calitative, înlocuirea celor ce nu pot fi remediate şi despăgubirea reclamantului;

— sprijinirea realizării de produse şi servicii la nivel corespunzător în vederea satisfacerii nevoilor consumatorilor defavorizaţi (persoane de vîrsta a treia, handicapate fizic şi mintal etc);

— solicitarea retragerii autorizaţiei de fabricaţie a produselor, execuţie a lucrărilor de construcţii, prestaţii tehnice şi servicii, în cazul

în care nu se asigură nivelul calitativ prescris sau se pune în pericol sănătatea consumatorilor datorită condițiilor tehnico-materiale, igienico-sanitare, calificare personal etc.— necorespunzătoare;

— dezvoltarea surselor de informare a consumatorilor privind respectarea normelor de securitate și asupra eventualelor pericole ce pot apare pe timpul folosirii produselor respective.

Art. 2 Informarea opiniei publice prin mass-media națională asupra deficiențelor privind calitatea unor produse, construcții, prestații tehnice și servicii expertizate și, respectiv, consecințele negative asupra consumatorilor, mediului ambiant, calității vieții în general etc.;

Art. 3 Valorificarea propunerilor și sugestiilor făcute de populația țării cu privire la îmbunătățirea calității produselor, construcțiilor, prestațiilor tehnice și serviciilor.

Art. 4 Colaborarea cu institutele de învățământ superior, de cercetare, proiectare etc. în vederea unui schimb reciproc de informații utile activității de protecție a consumatorilor.

Art. 5 Stabilirea de contacte cu asociații și societăți similare, existente în străinătate pentru obținerea de documentații și informații necesare îmbunătățirii activității asociației.

Art. 6 Sprijinirea reclamei comerciale pentru produsele, construcțiile, prestațiile tehnice și serviciile care satisfac pe deplin cerințele populației și sînt apreciate în mod deosebit de către consumatori.

### III. Organizarea asociației

Art. 1 Dată fiind complexitatea și diversitatea problemelor pe care asociația le abordează se stabilește, în principiu, următoarea formă de organizare:

*a)* Întreaga structură organizatorică a asociației se constituie de jos în sus, de la nivelul membrului aderent.

*b)* Nucleul de bază al asociației este FILIALA JUDEȚEANĂ și a MUNICIPIULUI BUCUREȘTI, care pot avea și SUBFILIALE în comune, orașe și municipii, în funcție de solicitări.

*c)* Activitatea FILIALELOR JUDEȚENE și a MUNICIPIULUI BUCUREȘTI și a SUBFILIALELOR va fi condusă de un PREȘEDINTE, unu—doi VICEPREȘEDINȚI și un SECRETAR. Activitatea pe domenii va fi coordonată de specialiști cu experiență privind calitatea produselor, constucțiilor, prestațiilor tehnice și serviciilor.

Art. 2 Organele de conducere ale asociației sînt următoarele:

*a)* Adunarea generală
*b)* Colegiul de conducere
*c)* Consiliul de administrație

Art. 3 Adunarea generală a asociației este formată din reprezentanții filialelor și subfilialelor și membrii colegiului de conducere.

Art. 4 Adunarea generală are următoarea competență:

— să adopte și să modifice statutul asociației;

— să aleagă și să revoce colegiul de conducere;

— să aprobe Raportul privind utilizarea mijloacelor financiare și valoarea cotizației;

— să valideze hotărîrile Colegiului de conducere.

Adunarea generală se întrunește anual. La solicitarea a 2/3 din numărul membrilor Colegiului de conducere se poate întruni și extraordinar.

Art. 5 Colegiul de conducere este format din 65—79 membri, astfel:

— membrii Consiliului de administrație;
— președinții filialelor;
— 15 reprezentanți ai consumatorilor.

Colegiul de conducere se întrunește semestrial, în sesuni ordinare și, ori de cîte ori este necesar, în sesiuni extrordinare. Colegiul de conducere analizează, dezbate și ia hotărîri în toate acțiunile referitoare la activitatea filialelor componente.

Membrii colegiului de conducere răspund în fața Adunării generale asupra modului în care fiecare își îndeplinește atribuțiile încredințate.

Art. 6 Consiliul de administrație este format din 9 — 21 membri și se compun din:

— președintele asociației;
— 3 vicepreședinți;
— șefii de departamente;
— cadre de specialitate cu experiență îndelungată;
— consilier juridic;

*a)* — agroalimentar, alimentație publică și serviciile aferente acestora;
*b)* — turism și serviciile aferente;
*c)* — distribuire de energie electric,termică, combustibili, gaze, apă; exploatare rețele canalizare; transport în comun, telecomunicații, salubritate etc;
*d)* — încălțăminte, confecții, țesături, mobilă, sticlărie, ceramică menaj și serviciile aferente;
*e)* — articole casnice, produse, electrocasnice, electrotehnice, electronice de tehnică medicală și serviciile aferente;
*f)* — medicamente, asistență sanitară, cosmetice, produse chimice, spălătorii chimice, deratizări, unități PECO;
*g)* — auto-moto, tractoare, mașini-agricole, articole sportive și serviciile aferente;
*h)* — construcții, instalații în construcții, materiale de construcții și serviciile aferente;
*i)* — tipărituri, rechizite școlare, instrumente muzicale, discuri și benzi, filme, cinematografie, activitate teatrală, informații.

Funcție de solicitările care apar, Consiliul de administrație poate crea și alte domenii de activitate sau poate restructura specialitățile din cadrul departamentelor.

Art. 8 Consiliul de administrație asigură desfășurarea activității curente, hotărăște asupra activităților ce pot fi desfășurate de departamente, numește și revocă șefii de departamente, acționează pentru aducerea la îndeplinire a obiectivelor asociației, hotărîrilor adunării generale, urmărește încasarea veniturilor și realizarea cheltuielilor, validează primiri și excluderi de membri.

Consiliul de administrație informează prin președintele sau Colegiul de conducere asupra activității desfășurate între ședințele acestuia.

Consiliul de administrație în întregul său și fiecare membru în parte răspund în fața Colegiului de conducere pentru activitatea consiliului; fiecare membru al Consiliului de administrație răspunde în fața Consiliului de administrație și a președintelui acestuia pentru îndeplinirea sarcinilor ce îi sînt încredințate.

### IV. Veniturile asociației

Art. 1 Mijloacele financiare ale asociației se constituie din:

- taxe de înscriere;
- cotizații anuale;
- taxa de expertizare pentru unele produse, construcții, prestații tehnice și servicii;
- taxe din reclame;
- alte taxe.

Art. 2 Neplata cotizației anuale pînă la finele trimestrului I al anului următor este considerată ca retragere din asociație.

### V. Dispoziții finale

Art. 1 Membri care sînt retrași din asociație nu au nici un drept asupra veniturilor asociației.

Art. 2 Statutul asociației a fost aprobat de Adunarea generală de constituire din data de 10.02.1990.

Art. 3 Asociația pentru protecția consumatorilor a fost înregistrată ca persoană juridică la Judecătoria Sectorului 1 București, prin Hotărîrea nr. 500/1990.

Adresa: B-dul Nicolae Bălcescu, nr. 21 sector 1, București

În provincie: Inspectoratele Județene pentru Controlul Calității Produselor și Serviciilor

## ASOCIAȚIA PENTRU PROTECȚIA CONSUMATORILOR

### ADEZIUNE

### FIȘA DE EVIDENȚĂ

| Numele | Prenumele |
|---|---|
| Domiciliul | Localitatea Tel.<br>Str. nr. bl. et. ap. |
| Profesia | Locul de muncă Tel. |
| Anul nașterii | |

Subsemnatul solicit să fiu membru al Asociației pentru Protecția Consumatorilor. Am luat cunoștință de prevederile cuprinse în STATUTUL ASOCIAȚIEI și mă angajez să îl respect și să acționez pentru protecția populației împotriva efectelor negative determinate de calitatea necorespunzătoare a produselor, construcțiilor, prestațiilor tehnice și serviciilor.

Data _____ Semnătura _____

EVIDENȚA ACHITĂRII COTIZAȚIEI

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | | | | |

SCHIMBĂRI DE DOMICILIU

ÎNSEMNĂRI SPECIALE

# Cîteva considerații asupra dezvoltării istorice a fiabilității

VIOREL GH. VODĂ*

Articolul trece în revistă evoluția istorică a fiabilității și desprinde cîteva concluzii în ceea ce privește dezvoltarea acesteia în viitorul nu prea îndepărtat. Urmărirea evoluției istorice a disciplinei fiabilității se face atît sub aspectul identificării bazelor teoretice ale acesteia, cît și sub acela al clasificării originii terminologiei fiabiliste.

The paper reviews historical evolution of reliability and draws some conclusions with respect to its development in the near future. The pursuit of historical evolution of the discipline of reliability is carried out from the point of view of theoretical bases identification as well as from that concerning the clarification of the origins of reliabilistic terminology.

L'article passe en revue l'évolution historique de la fiabilité et détache quelques conclusions concernant son développement dans le proche avenir. La poursuite d'évolution historique de la discipline fiabilistique est faite tant sous l'aspect de l'identification des bases théoriques quant aussi sous celui de la clarification de lorigine de la terminologie fiabilistique.

## 1. Introducere

Într-o epocă dragmatică în care practicienii doresc de la oamenii de știință cît mai multe metodologii și proceduri — de preferință gata standardizate și algoritmizate, pentru a fi direct utilizabile — preocuparea pentru istoria unei discipline (fie ea și deosebit de aplicativă) ar părea un lux inutil. Și totuși lucrurile nu stau așa. Dacă privim numărul pe septembrie 1989 al cunoscutei reviste Qualité Magazine editată de AFCIQ (Asociația Franceză pentru Controlul Industrial al Calității) cu sediul la Paris, găsim articolul de fond subliniat cu roșu : Istoria calității : necesar a fi înțeleasă înainte de lansarea într-un program pentru calitate ! (L'Histoire de la Qualité : indispensable à comprendre avant de se lancer dans un programme Qualité ! pp. 27—35).

Același lucru se poate spune și în cazul fiabilității, mai ales că de la un anumit moment istoric, drumurile celor două discipline — calitologia și teoria fiabilității — s-au despărțit în mod obiectiv atît datorită scopurilor finale urmărite cît și datorită caracterului distinct al metodologiilor utilizate.

În cele ce urmează, vom încerca să refacem evoluția istorică a fiabilității și să desprindem cîteva concluzii în ceea ce privește dezvoltarea acesteia în viitorul nu prea îndepărtat.

* Centrul de Statistică Matematică-București.

## 2. Protoistoria fiabilității

Urmărirea evoluției istorice a disciplinei fiabilității este interesantă și utilă din două motive, poate la fel de importante : primul ar fi identificarea bazelor teoretice ale fiabilității în însăși dezvoltarea istorică a modelării probabilist-statistice, iar cel de al doilea, cu implicații indirecte asupra activității practice, este cel de clarificare a originii terminologiei fiabiliste cu posibilitatea înlăturării unor confuzii grave care încă mai persistă în acest domeniu.

Literatura actuală de specialitate [1] vorbește de faptul că „diagnoza fiabilistă a sistemelor tehnice" este o disciplină de dată relativ recentă. În ultimele două decenii s-au adus clarificări importante atît la nivelul structurilor (deci a limbajului matematic utilizat) cît și la nivelul implementării practice a metodologiilor : pregătirea datelor, alocarea mijloacelor de calcu cu un software adecvat problematicii fiabilistice, circuitul informațiilor obținute către factorii implicați în folosirea acestor informații etc.

În diferite lucrări [2, 3] s-a arătat că începuturile teoriei fiabilității pot fi detectate în însăși originile demografiei și ale matematicii numite „actuarixle" (instrument utilizat în teoria asigurărilor). Astfel, în Anglia secolului al XVII-lea au activat *John Grunt* (1620—1674), *William Petty* (1623—1687) și *Edmond Hailey* (1656—1715), care pot fi considerați precursori ai teoriei fiabilității, întrucît ei au utilizat

pentru prima oară concepte demografice care vor deveni mai tîrziu instrumente de lucru în această nouă teorie.

*Graunt* a alcătuit prima tabelă de mortalitate a populației Londrei, în 1662 [3] această dată fiind considerată ca marcînd debutul demografiei ca știință. Acești autori numeau procedeele (statistice, în realitate) pe care le foloseau, drept „aritmetică politică".

Lucrarea lui *Petty*, intitulată chiar „Aritmetica Politică" a fost considerată pe bună dreptate ca inițiatoare a statisticii economice ca ramură a științelor sociale. După cum arată *L. E. Maistrov*, autorul unei interesante cărți privind dezvoltarea ideii de probabilitate [4], *Petty* a simțit că este creatorul unei noi științe. Metoda sa, după cum afirmă el însuși este „netradițională". În loc să se folosească de comparații verbale și de argumente speculative el a decis să utilizeze numere, ponderi, măsuri etc.

Între timp, instrumentul matematic care va oferi sprijin atît demografiei cît și teoriei fiabilității de mai tîrziu — și anume teoria probabilităților — se dezvolta în paralel și cu o viteză mult mai mare decît posibilele sale aplicații. De la celebrele scrisori dintre *Pascal* (1623—1661) și *Fermat* (1601—1665) care sînt considerate ca punctul de plecare al acestei noi teorii, în mai puțin de un secol, apar lucrări de importanță capitală în istoria științei universale.

Se menționează astfel lucrările fizicianului *Christiaan Huyghens* (1629—1695), ale lui *Jakob Bernoulli* (1654—1705), *Abraham de Moivre* (1667—1754), care au culminat cu monumentalul tratat de teoria probabilităților publicat în 1812 de *P. S. Laplace* (1749—1827).

*K. F. Gauss* (1775 — 1855) și *J. Fourier* (1768 — 1830) pun bazele metodei celor mai mici pătrate, binecunoscute azi de toate cadrele tehnice.

*S. D. Poisson* (1781 — 1840) creează cunoscutul său model („repartiția Poisson") fără să bănuiască aplicabilitatea largă a acestuia ca model al fenomenului de defectare.

Ceva mai tîrziu, în 1906 , savantul rus *A. A. Markov* (1866 — 1922) creează un concept cu totul nou și cu aplicații care la început au fost „greu de imaginat" *M. Iosifescu*).

*Markov* a investigat problema dependenței între diferitele variabile aleatoare care apar, considerînd pe bună dreptate că în natură, tehnică, știință, fenomenul aleator nu înseamnă neapărat independență de alte fenomene aleatoare.

S-a creat astfel conceptul markovian de dependență care în etapa actuală a reușit să răspundă satisfăcător din punctul de vedere al modelării unor situații privind defectarea sistemelor tehnice.

Această dezvoltare intensivă și extensivă a teoriei probabilităților și concomitent a statisticii matematice a oferit instrumentul necesar de analiză pentru problemele legate de comportarea în funcționare a obiectelor tehnice.

Trebuie menționat faptul că în ceea ce privește modelul 1) de care ne vom ocupa în această lucrare, teoria fiabilității datorează demografiei majoritatea conceptelor de bază. Termeni ca „durată de viață" (și durată medie de viață), „intensitatea mortalității" „funcția de supraviețuire" etc., au pătruns în fiabilitate **direct,** doar cu simpla modificare a adjectivului sau a formei adverbiale ce însoțește substantivul de bază (durată, funcție, intensitate etc.).

### 3. Etapa modernă a teoriei fiabilității

Dezvoltarea producției industriale, în special construcția de mașini, construcțiile urbane și a transportului pe calea ferată au adus cu sine o problemă nouă : aceea a durabilității materialelor metalice.

Acest lucru nu era nefiresc, deoarece materialele metalice de diferite tipuri, structuri și forme sînt o materie primă de bază în aceste industrii și activități.

S-a menționat aici conceptul de „oboseală a metalelor" introdus în 1839 de *J. V. Poncelet* într-o lucrare clasică, intitulată „*Mecanica Industrială*" (Paris, ediția I).

Un deceniu mai devreme, tot un inginer francez *J. Albert* a semnalat corelația între o solicitare repetată prin îndoire a unei bare de metal și ruperea acesteia. Desigur acest lucru era binecunoscut, probabil încă din antichitate, dar un studiu asupra acestui fenomen datează într-adevăr numai din anul 1829.

Dezvoltarea construcțiilor civile și a rețelelor de transport feroviar (în țările industriale ale epocii : Franța, Anglia, Germania) a impus studierea mai sistematică a problemei **durabilității mecanice**. Astfel, în 1849 la Institutul de Inginerie Mecanică din Londra a avut loc o dezbatere asupra acestei probleme avansîndu-se ideea importantă că mecanismul de degradare a metalelor ca urmare a unei noi solicitări variabile în timp este radical diferit de cel al unei solicitări statice (de exemplu ruperea prin îndoire).

Aproximativ în aceeași perioadă, în Germania, inginerul *A. Z. Wöhler* inițiază un adevărat program de studiu al durabilității materialelor metalice supuse unor solicitări variabile.

După cum s-a mai subliniat, **durabilitatea mecanică** are o influență directă asupra funcționalității reperelor respective. **Rezistența la solicitare este o proprietate fiabilistă a produsului respectiv.**

În perioada imediat următoare a devenit clar faptul că elementul aleator trebuie încorporat în mod obligatoriu în studiul durabilității,

deoarece solicitările statice (deterministe) se produc relativ rar în contextul concret al funcționării, acestea fiind specifice încercărilor de laborator.

Se poate considera deci că **embrionul ideii de fiabilitate exprimată prin corelația durabilitate — mecanică — funcționalitate datează din prima jumătate a secolului al XIX-lea.**

Nu întîmplător, un secol mai tîrziu, primele lucrări ale cunoscutului inginer suedez *Walloddi Weibull* (1900 — 1979) din anul 1939 se referă tocmai la **modelarea statistică** a durabilității materialelor metalice.

Tot în acest an, apare și o lucrare importantă a lui *J. Lotka*, intitulată „O contribuție la teoria agregatelor cu autoreînnoire și referiri speciale la problema înlocuirii utilajelor" și care poate fi considerată prima lucrare de sinteză asupra problemei înlocuirii componentelor unui sistem tehnic complex. Deși între timp, controlul statistic al calității produselor și proceselor industriale începuse să se dezvolte pe baze științifice (*H. F. Dodge* și *H. G. Romig*, 1920, *W. A. Shewhart*, 1924, 1931, 1939) iar cercetările de teoria probabilităților și statistică matematică ofereau o bază necesară pentru o abordare directă (*R. A. Fisher*, 1935, *A. N. Kolmogrov* și *N. V. Smirnov*, 1933, 1937, *B. V. Gnedenko*, 1943 etc.) fiabilitatea nu a preocupat în mod expres cercetătorii sau inginerii angrenați în producție. Au existat unele încercări de abordare la firma Western Electric din New Jersey (SUA), dar acestea priveau mai mult organizarea unui flux informațional de la beneficiari către departamentul de proiectare al întreprinderii în ceea ce privește defecțiunile apărute în funcționare, cu scopul de a identifica „elementele critice" ale produselor furnizate.

Interesul practic pentru problemele de fiabiliate a apărut în decada a patra a secolului nostru cînd s-au constatat următoarele :

— costurile afectate pentru menținerea în funcționare a unor instalații complexe depășea considerabil costul utilajului propriu-zis ;

— componentele de rezervă ale unor sisteme menținute în stare de stocare o anumită perioadă de timp nu mai răspundeau toate la operațiile solicitate atunci cînd erau introduse în structura sistemului respectiv ;

— aplicarea (chiar corectă) a procedeelor de control al proceselor tehnologice și a schemelor de eșantionare statistică la livrare și|sau recepție nu implica automat capabilitatea de funcționare reclamată de misiunile impuse sistemelor produse.

De asemenea, s-au constatat cauze diferite ale defectărilor și nefuncționalității în general pentru grupe mari de produse : electrice, electronice, mecanice etc.

Efectele negative ale situațiilor enumerate anterior s-au accentuat odată cu intrarea în „era spațială" : lansarea primilor sateliți artificiali la sfîrșitul decadei a cincea a secolului nostru a „oficializat" — dacă se poate spune așa preocupările asupra fiabilității sistemelor și componentelor tehnice.

De fapt, cercetările teoretice au fost amorsate încă din anii '50, prin lucrările de bază ale statisticienilor *Benjamin Epstein* și *Milton Sobel* asupra durabilității statistice a componentelor cu funcționare independentă una de cealaltă.

În lucrările lor, cei doi cercetători au rezolvat aproape complet aspectele legate de modelul **exponențial**

$$T : F_T(t;\ \theta) = 1 - \exp\ (-\theta t),$$

$$t \geqslant 0,\quad \theta > 0$$

și anume adecvarea acestui model pe baza datelor experimentale și estimarea parametrului $\theta$ în diferite tipuri de încercări de durabilitate.

W. Weibull a reluat în același timp studiile asupra modelului care îi poartă numele

$$T : F_T(t;\ v;\ w) = 1 - \exp\{-(t|v)^w\},$$

$$v,\ w > 0,\quad t \geqslant 0$$

și care de fapt reprezintă o generalizare naturală a modelului exponențial (pentru $w = 1$).

A urmat o adevărată „explozie" de lucrări în domeniul modelării fiabiliste, abordîndu-se probleme din ce în ce mai dificile. S-au creat centre de cercetare cu profil specific de fiabilitate, comitete de experți în cadrul organizațiilor științifice naționale și internaționale (de regulă în structura organizațiilor sau asociațiilor pentru calitate cum ar fi EOQC, ASQC, JUSE, IMEKO, IMECCA etc.).

Disciplina „fiabilitate" este predată azi în diferite institute de învățămînt superior din întreaga lume. În țara noastră astfel de cursuri se predau la Institutul Politehnic din București, Institutul de Construcții din București, Academia de Studii Economice din București, Institutul Politehnic din Brașov etc.

Firește, schița istorică nu a putut și nici nu a dorit să fie exhaustivă. În prezent, există numeroase direcții de cercetare unele pe deplin conturate și chiar epuizate, altele în plin proces de formare întrucît și triada „producție — cercetare — învățămînt" este în continuă dezvoltare și perfecționare. Multe din achizițiile teoretice din domeniul fiabilității au și fost puse la îndemîna cadrelor tehnice prin intermediul standardelor naționale sau internaționale (elaborate în cadrul grupelor de lucru ale ISO, IEC).

Un aspect care însă preocupă pe specialiști este cel legat de terminologia specifică dome-

niului fiabilității. Este interesant să menționăm aici o remarcă a matematicianului sovietic *I. B. Pogrebîskii*, care în completarea la ediția sovietică a lucrării „Abriss der Geschichte der Mathematik"[1] a matematicianului german *Dirk J. Struik*, arăta că încă în secolul al XVIII-lea *Jean Le Rond D'Alembert* observase inconvenientele trecerii de la limba științifică unică a Evului mediu (latina), la limbile naționale și prevăzînd faptul că în viitor vor trebui învățate minimum patru-cinci limbi pentru a putea veni în contact direct cu literatura științifică.

Desigur, astăzi, temerile lui *D'Alembert* nu mai au suport material deoarece specialiștii își însușesc vrînd-nevrînd „din mers" capacitatea de a opera cu cele patru-cinci limbi necesare, iar literaturile științifice naționale oferă cititorilor interesați suficiente materiale de cultură științifică și tehnică precum și numeroase lucrări de popularizare (vezi și bibliografia lucrării de față).

În domeniul fiabilității s-a petrecut următoarea situație : mulți dintre termenii specifici provin din limba engleză iar ulterior din engleza americană. Din aceste motive și unele notații au păstrat inițiala cuvîntului englezesc, exemplul cel mai tipic fiind chiar $R(t)$ — funcția de fiabilitate, de la "reliability" — fiabilitate, în limba engleză (după cum se știe, în majoritatea limbilor neolatine, există diferite variante ale franțuzescului fiabilité fiabilidad — spaniolă, fiabilitate — română, fiabilidade — portugheză, affidabilita — italiană, dar notația $R(t)$ se păstrează și în literatura științifică în aceste limbi) [2].

În limba română a fost standardizat termenul „fiabilitate" deși în literatura de specialitate a deceniului '60 — '70 s-a preferat formularea „siguranță în funcționare" (o cunoscută lucrare din literatura sovietică acad. *B. V. Gnedenko, Iu. K. Beleaev* și *A. D. Soloviov*, a fost tradusă ca „Metode matematice în **teoria siguranței**", București, Editura Tehnică, 1968).

Firește, nu există nici o gravă implicație dacă se utilizează „siguranță în funcționare" în loc de fiabilitate. Sensul termenului rusesc „nadiojnosti" este probabil mai bine redat prin siguranță în funcționare (cu gîndul la un lucru de „nădejde", „sigur", pe care ne putem baza ; este interesant de observat că, în altă limbă slavă, bulgară, termenul „durabilitate" este „**trainosttà** — deci **trăinicie**, în limba română uzuală).

Aceste comentarii au rostul de a preveni cititorul în ceea ce privește preluarea „ad literam" a termenilor din engleza americană îndeosebi, în care o potrivire întîmplătoare dar nefericită de inițiale a unor cuvinte a proliferat o confuzie într-adevăr gravă.

Reamintim [8, 24] că media timpului de bună funcționare (sau durabilitatea medie) este definită cu ajutorul relației

$$E(T) = \int_0^\infty t f_T(t)\,\mathrm{d}t, \quad \text{echivalentă cu}$$

$$E(T) = \int_0^\infty R(t)\,\mathrm{d}t$$

în care $f_T(t) = F'_T(t)$.

Acest indicator, după cum pertinent se comentează în lucrarea „Bazele teoretice ale fiabilității" de *V. M. Cătuneanu* și *A. Mihalache* (București, Editura Academiei R. S. România, 1983 p. 20) a fost notat cu *MTBF*, de la „Mean Time Between Failures" — durata medie a intervalului între două defectări succesive, acesta fiind sensul corect în literatura științifică în limba engleză. Unii autori de limba franceză și română au preluat fără discernămînt inițialele *MTBF* deoarece acestea s-au potrivit cu „Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement" respectiv „Media Timpului de Bună Funcționare".

Dar, pentru sistemele fără reînnoire, adoptarea indicatorului $E(T)$ drept *MTBF* (englezesc) nu are sens, acesta reprezentînd media timpului de funcționare pînă la unica defectare a sistemului — care în notația anglo-saxonă este *MTTF* (Mean Time To Failure — media timpului pînă la defectare).

În cazul sistemelor cu reînnoire, $E(T)$ se referă fie la intervalul de timp consumat pînă la prima defectare fie la oricare dintre intervalele care începe odată cu intrarea în operare a sistemului și se termină odată cu ieșirea acestuia din activitate.

Așadar, trebuie să se efectueze o analiză atentă a modului de defectare și a tipului de sistem considerat, astfel încît indicatorii de fiabilitate să descrie exact situația pentru care sînt calculați.

1) „*Scurtă istorie a matematicii*", Berlin, VEB Deutscher Verlag der Wissenschafter 1963, p. 316 (ediția în limba rusă, Moscova, 1969).

2) Se menționează faptul că în franceză se propusese inițial termenul „viabilitate" care însă nu a fost ... viabil.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Cătuneanu V.* și *Mihalache, A.* : Bazele teoriei fiabilității, Editura Academiei R. S. România, București, 1983.

[2] *Isaic-Maniu, Al.* și *Vodă V. Gh.* : Fiabilitatea — șansă și risc, Editura Tehnică, București, 1986.

[3] *Vodă V. Gh.* : Gîndirea statistică — un mod de gîndire al viitorului, Editura Albatros, București, 1977

[4] *Maistrov, L. E.* : Razvite poniatria veroiatnostei, Izdatelstvo Nauka, Moskva, 1980

# Societatea Română de Fiabilitate

De curînd a luat fiinţă Societatea Română de Fiabilitate (S.R.F.). Publicăm în cele ce urmează programul precum şi proiectul de statut al S.R.F. pe care le supunem atenţiei specialiştilor în domeniu.

## PROGRAM

Complexitatea crescîndă caracteristică subsistemelor civilizaţiei umane contemporane implică o accelerare a proceselor de degradare în toate domeniile. Cu cît mediul tehnologic este mai sofisticat, cu atît fragilitatea sa este mai pregnantă, iar comportarea sa mai greu previzibilă. Personalitatea umană îşi pierde consistenţa datorită conflictului dintre potenţialul său biopsihic şi posibilităţile de manifestare îngăduite. Mediul ambiant este afectat de poluare atît la nivelul factorilor geoclimatici cît şi la nivelul cîmpurilor sau al stimulilor culturali.

În faţa acestor fenomene, fiabilitatea a devenit în mod natural un concept dominant al acestui sfîrşit de mileniu, succedînd, în această calitate, ciberneticii şi informaticii. Teoria fiabilităţii s-a dezvoltat ca domeniu interdisciplinar care studiază legile degradării sistemelor şi metodele prin care se poate asigura menţinerea performanţelor acestora în timp. Teoria fiabilităţii dezvoltă modele de predicţie a evoluţiei sistemelor şi metodele prin care această evoluţie poate fi menţinută sub control într-un orizont temporal precizat.

Racordarea ţării noastre la circuitul mondial al valorilor impune un nivel ridicat de fiabilitate a ideilor şi acţiunilor din toate domeniile. În acest scop s-a înfiinţat Societatea Română de Fiabilitate, asociaţie strict profesional-ştiinţifică, independentă de orice partid politic, care coordonează eforturile tuturor celor care, indiferent de specialitatea lor, doresc să contribuie în mod concret la asigurarea fiabilităţii la nivel tehnologic, uman, ecologic.

## Statutul Societăţii Române de fiabilitate (S.R.F.)

## (proiect)

1. S.R.F. este o organizaţie profesională multidisciplinară independentă de orice orientare politică, al cărei scop este asigurarea fiabilităţii în domeniul tehnologiei, al vieţii psihosociale şi al mediului ambiant.

2. Poate fi membru al S.R.F. orice cetăţean român sau străin care este implicat în rezolvarea problemelor de asigurare a fiabilităţii în domeniile menţionate la punctul 1.

3. Membrii S.R.F. sînt organizaţi în filiale teritoriale şi, în cadrul filialelor, în grupuri orientate spre probleme specifice ale asigurării fiabilităţii.

4. S.R.F. oferă consultaţii privind rezolvarea unor probleme de fiabilitate de natură tehnologică, psihologică sau ecologică.

5. S.R.F. va contribui la dezvoltarea fiabilităţii (legislaţiei în domeniul calităţii).

6. S.R.F. organizează cursuri de perfecţionare în domeniul fiabilităţii pe lîngă unităţile industriale, de cercetare şi de învăţămînt.

7. S.R.F. propune programele cursurilor de fiabilitate din învăţămîntul superior.

8. S.R.F. asigură publicarea Revistei Române de Fiabilitate, cu apariţie trimestrială. Această revistă va cuprinde:

*a.* articole originale de nivel academic;

*b.* articole de sinteză şi de răspîndire a ideilor domeniului;

*c.* articole de interes cultural privind implicaţiile filosofice şi sociale ale fiabilităţii.

9. S.R.F. organizează simpozioane de fiabilitate la nivel local, naţional şi internaţional.

10. Fondurile S.R.F. se obţin prin cotizaţiile membrilor şi prin sprijinul instituţiilor şi organizaţiilor economice. Taxa de înscriere este de 100 lei pe an.

11. Coordonarea activităţii S.R.F. se realizează de către un colectiv format din preşedinte, vicepreşedinte şi secretar.

# Clarificări necesare

AUREL MILLEA*

Momentele prin care am trecut recent ne îndeamnă la reflecţii, pentru a cîntări trecutul, a evalua prezentul şi a prefigura viitorul domeniului de preocupări apropiat nouă. Activitatea de metrologie are o veche tradiţie în România, a fost dezvoltată şi adusă la o amploare deosebită comparativ cu cea a multor alte ţări.

Se impune însă acum întrebarea cheie : care trebuie să fie obiectivele, structura şi căile de acţiune ale metrologiei în contextul noilor orientări ale economiei, bazată pe criterii de rentabilitate şi eficienţă, al tendinţelor de descentralizare, de piaţă liberă şi competiţie ? Cred că este necesar să ne gîndim la utilizarea optimă a potenţialului de care se dispune, corespunzător *cerinţelor reale ale economiei*, şi nu prin acţiunea coercitivă a legislaţiei metrologice croite după modelele unei economii depăşite.

### Sisteme naţionale de asigurare metrologică

Este ştiut că prin asigurarea metrologică se realizează *precizia* măsurărilor şi *uniformitatea* măsurărilor, indispensabile oricărei activităţi în ştiinţă, în tehnică şi în alte domenii de activitate. Dacă, în principiu, măsurări precise ar putea fi executate şi aplicînd exclusiv o asigurare metrologică „locală", de exemplu într-o întreprindere sau o centrală industrială, un trust, etc., măsurări uniforme pot fi garantate numai pe baza unui *sistem naţional de asigurare metrologică*, care să fie racordat la etaloanele internaţionale. Prin aceasta, asigurarea metrologică se deosebeşte fundamental de alte sisteme de asigurare (de exemplu, a sănătăţii, a purităţii mediului, a calităţii bunurilor), care ar putea exista, cel puţin în principiu, şi fără o organizare pe plan naţional şi internaţional. Asigurarea metrologică nu este posibilă, nici măcar în principiu, fără a fi încadrată în sisteme naţionale şi internaţionale, deoarece metrologia are la bază unităţi de măsură definite convenţional, reprezentate prin etaloane care trebuie să fie concordante pe plan naţional şi internaţional. De aici rezultă o anumită *centralizare obligatorie* a asigurării metrologice, care nu este doar o cale de optimizare, ci o condiţie inevitabilă, indiferent de caracterul sistemului economic căruia îi este asociată : centralizat sau descentralizat, planificat sau neplanificat, bazat pe proprietate de stat sau privată.

Sistemul naţional de asigurare metrologică are următoarele componente esenţiale :

- Sistem naţional de asigurare metrologică
  - Sistem „intelectual"
    - Reglementări
    - Metodologii
    - Sisteme informaţionale
  - Sistem „material"
    - Etaloane
    - Laboratoare,
    - utilaje, aparatură

Sistemul „intelectual" al asigurării metrologice furnizează informaţiile necesare personalului din activitatea de metrologie, precum şi lucrătorilor din alte sectoare cum sînt comerţul, ocrotirea sănătăţii, industrie etc., pentru ca mijloacele de măsurare să fie menţinute în limitele performanţelor prescrise iar măsurările executate cu ele să fie corecte. Acest sistem este compus din legi, decrete, standarde, norme şi alte prescripţii, din proceduri şi metode recomandate, elaborate şi publicate atît de organele de stat ale metrologiei, cît şi de alte instituţii şi organisme, precum şi din bănci de date, sisteme educative şi de învăţămînt, propagandă, relaţii etc.

Sistemul „material" al asigurării metrologice include mijloacele fizice necesare implementării ei : etaloane de diferite ordine pentru mărimile fizice şi laboratoarele, utilajele şi aparatura necesare comparării acestor etaloane între ele, precum şi executării etalonării şi verificării metrologice a mijloacelor de măsurare din economie. Numai o parte din aceste etaloane şi aparatură aparţin metrologiei de stat, celelalte fiind în dotarea unităţilor economice şi sociale deţinătoare de mijloace de măsurare.

### Componentele principale ale activităţii de metrologie

Activitatea de metrologie are o *componentă ştiinţifică*, indispensabilă pentru crearea şi menţinerea bazei de etaloane naţionale la nivelul etaloanelor internaţionale şi o *componentă legală*, menită să apere interesele persoanelor fizice

* Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate

și juridice în legătură cu măsurările care intervin în tranzacții comerciale, asigurarea sănătății populației, evitarea poluării mediului, siguranța vieții, a muncii și a comunicațiilor, precum și toate situațiile în care apar părți cu interese deosebite.

Principalul conținut al acestor activități poate fi rezumat în următoarea schemă :

- Activitatea de metrologie
  - Metrologie științifică
    - Dezvoltarea bazei de etaloane
    - Elaborarea de metodologii/tehnici de etalonare/verificare
    - Determinarea valorii unor constante fizice
    - Efectuarea de încercări/etalonări/atestări/verificări/măsurări diverse de precizie maximă
  - Metrologie legală
    - Elaborarea de reglementări
    - Acordarea aprobărilor de model
    - Efectuarea de verificări inițiale/periodice
    - Inspecție, supraveghere, măsuri coercitive
    - Autorizări de laboratoare/personal de metrologie
    - Elaborarea și finanțarea de programe (cercetare, dezvoltare, aplicare)

Cele două activități, de „metrologie științifică" și de „metrologie legală", deși strîns legate între ele prin necesitatea *trasabilității* tuturor etaloanelor și aparatelor de măsurat la etaloanele naționale, sînt distincte și se execută de obicei cu personal diferit (cercetători pe de o parte, inspectori și metrologi verificatori pe de altă parte). Această concepție este adoptată în toată lumea, atît în țările cu economie avansată cît și în cele în curs de dezvoltare. În aceste țări, „metrologia științifică" este concentrată în unul sau mai multe institute naționale (de exemplu, „National Institute of Standards and Technology" în SUA, „National Physical Laboratory" în Marea Britanie, „Physikalisch – technische Bundesanstalt" în RFG, „National Standards Laboratory" în Australia), pe cînd metrologia legală este exercitată de către organe de stat, care prin tradiție poartă încă denumiri de genul „Birou (sau Oficiu) de Măsuri și Greutăți".

Este de remarcat faptul că, practic în toate țările lumii, atît institutele naționale de metrologie cît și birourile (oficiile) de metrologie legală sînt finanțate de la bugetul statului, ele prestînd activități în folosul întregii societăți.

Distincția între „metrologia științifică" și „metrologia legală" este marcată și de existența a două organisme internaționale diferite : organele *Convenției Metrului*, Conferința Generală de Măsuri și Greutăți (CGMG), Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți (BIMG) și pe de altă parte, Organizația Internațională de Metrologie Legală (OIML). CGMG și BIMG se preocupă de unități de măsură și de etaloanele lor, acoperind toate aspectele științifice ale acestora, atît teoretice cît și experimentale și asigură menținerea etaloanelor internaționale la cel mai înalt nivel de exactitate. OIML elaborează reglementări și metodologii pentru verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare de diferite categorii, acoperind aspectul tehnic al acestora.

Deși cele două componente ale activității de metrologie sînt distincte, iar subordonările celor două organisme naționale corespunzătoare nu sînt în general aceleași, în toate țările există o coordonare comună a acestora, realizată într-un fel sau altul.

### Dezvoltarea metrologiei în lume

Pentru aprecierea stadiului actual de dezvoltare a metrologiei pe plan mondial, este util ca statele lumii să fie departajate în trei categorii, după nivelul atins în domeniul metrologiei.

*(a) State cu metrologie la cel mai înalt nivel de dezvoltare.* În aceste state, laboratoarele naționale de metrologie efectuează cercetări de amploare pentru realizarea unor noi tipuri de etaloane, inclusiv cercetări fundamentale, alocînd investiții importante pentru crearea etaloanelor noi. În aceste laboratoare se realizează și „etaloane de definiție" (etaloane pentru determinări absolute), necesare reproducerii unităților de măsură conform definițiilor lor ; valorile unităților de măsură, (exprimate într-o unitate convențională comună), obținute pe această cale concură la stabilirea valorilor unităților internaționale, prin participarea laboratoarelor respective la comparațiile organizate deBIMG. Toate acestea sînt considerate activități de prestigiu, de însemnătate științifică pe un plan larg, contribuind la progresul mondial al metrologiei. În categoria statelor cu metrologie la acest nivel înalt de dezvoltare pot fi incluse : SUA, URSS, RFG, Japonia, Marea Britanie, Franța, Italia, Canada, Australia, China.

*(b) State cu metrologie la un nivel mediu de dezvoltare.* Acestea dețin etaloanele naționale necesare asigurării metrologice pe plan intern

și efectuează activitate de cercetare-dezvoltare pentru realizarea lor, cu rol de „etaloane de conservare". Laboratoarele naționale din această categorie „preiau" unitățile de măsură fundamentale de la BIMG, prin compararea periodică a etaloanelor lor „itinerante" cu cele de la BIMG și, pe baza lor, atribuie valorile etaloanelor naționale proprii ale unităților fundamentale și ale celor derivate. În această categorie pot fi citate ca exemple : Belgia, Olanda, Elveția, Finlanda, Bulgaria, Ungaria, Cehoslovacia, Polonia, India, Brazilia, România.

*(c) State cu asigurare metrologică incompletă (parțială).* Aceste state sînt dependente din punctul de vedere al metrologiei de alte state, apelînd la sistemele lor de etaloane. În această categorie intră numeroase state mai mici (printre care și state dezvoltate, ca de exemplu Suedia), precum și state cu economie în curs de dezvoltare.

Problema cheie a metrologiei statelor din categoria *(b)*, — dintre care face parte, prin tradiție, și România — este „conservarea" unităților de măsură, în intervalele dintre două „preluări" succesive de la BIMG, interval care variază în general între 2 și 20 ani. O altă preocupare importantă este crearea de etaloane pentru unitățile derivate, care nu pot fi preluate de la BIMG, ceea ce reclamă un efort de cercetare-dezvoltare considerabil, însoțit deseori și de necesitatea unor programe de comparații cu etaloane similare ale altor țări. În sfîrșit, trebuie realizate mijloace de etalonare care să permită compararea etaloanelor secundare cu etaloanele naționale corespunzătoare; acestea sînt deseori de complexitate mare, cu caracteristici metrologice comparabile cu cele ale etalonului național, servind în același timp la extinderea intervalelor de măsurare, la trecerea de la un regim static la un regim dinamic etc.

Dificultatea tuturor aceste acțiuni este că ele au în general un caracter de „unicat", majoritatea metodelor și procedeelor specifice putînd fi întîlnite doar în laboratoarele naționale de metrologie ale fiecărei țări, iar aparatura aferentă nu este livrată de firme comerciale.

### Situația bazei științifice a metrologiei

Institutul Național de Metrologie București (INMB) are ca sarcină fundamentală păstrarea și dezvoltarea *etaloanelor naționale* ale României, menținerea lor la nivelul etaloanelor internaționale prin comparații periodice și „transmiterea" unităților de măsură de la etaloanele naționale la etaloanele secundare din țară.

O privire sumară asupra actualelor etaloane naționale pe care le deține INMB relevă o îngrijorătoare rămînere în urmă față de cerințele industriei țării, în unele domenii de mare exigență. De exemplu, lipsesc mijloacele etalon necesare verificării metrologice a echipamentelor de măsurări dimensionale bazate pe interferometre cu laser, cu care sînt dotate multe întreprinderi. Mai pot fi date numeroase asemenea exemple : lipsesc etaloane pentru forțe mari și presiuni mari, pentru verificări în domeniul roților dințate, rugozitatea suprafețelor, mărimi electrice la frecvențe peste 12 GHz, anumite tipuri de aparate spectrometrice și gazanalizoare, aparatură cu radiații ionizante, din domeniul acusticii. Pentru completarea bazei materiale a INMB ar fi necesare investiții importante, complet neglijate în ultimii 10 ani. Ar trebui găsite modalități prin care ministerele interesate să contribuie la aceste investiții.

Au existat deficiențe mari și în compararea etaloanelor INMB cu *etaloanele internaționale* de la BIMG. Programele de comparații nu au fost respectate, unele din ele făcundu-se la intervale de timp de două pînă la patru ori mai lungi decît cele prevăzute. Pentru o așa-zisă economie de deplasări, etaloanele erau transportate de delegați care aveau cu totul alte misiuni și uneori erau lăsate la Paris cîte un an și chiar mai mult, certificatele emise de BIMG pierzîndu-și astfel valoarea. Știam că nici una din țările vecine nouă — cu care am avut legături mai strînse — nu au procedat vreodată în acest fel.

Activitatea INMB în ultimii ani a fost, într-o bună măsură, „deturnată" de la adevăratele obiective ale metrologiei, de la atribuțiile reale ale unui institut național de etaloane. Pe de o parte, „sarcinile" primite pe diferite filiere, atît de la vechiul for tutelar, cît și de la CNST, organe de partid și altele, au ocupat activitatea a zeci de specialiști ai institutului, îndepărtîndu-i de preocupările lor firești, conforme profilului INMB. Pe de altă parte, nevoia de a aduce venituri pentru asigurarea autofinanțării institutului a dus la încheierea de contracte de cercetare cu obiective doar tangente sau chiar în afara atribuțiilor sale, la amplificarea disproporționată a preocupărilor pentru microproducție etc. Rezultatul a fost că activitatea de cercetare pentru dezvoltarea etaloanelor naționale a scăzut foarte mult ca pondere, în unele domenii ajungînd aproape inexistentă.

În general, în INMB, activitățile de rutină, de servicii și prestații curente au luat proporții exagerate, în dauna cercetării științifice. Unul din colectivele de cercetare ale INMB, într-un domeniu de primă importanță pentru industrie, cu 20 de oameni încadrați, are doar doi cercetători și un inginer ! Corespunzător poziției sale pe plan național și așteptărilor celor care i se adresează, INMB ar trebui să fie un *centru național al competenței în metrologie*, în general în problematica teoriei și tehnicii măsurărilor,

un important for de *consultanță*. INMB ar trebui să fie capabil de a efectua măsurări și determinări speciale, la cerere, operații pe care alte laboratoare din țară nu le pot executa. Se pot găsi exemple de lucrări de acest fel, unele cu caracter de încercări, probe speciale sau expertize, care au fost efectuate în INMB : caracterizarea unor mostre de tablă electrotehnică, determinarea caracteristicilor electrice ale unor cabluri oțel-aluminiu, măsurarea pierderilor dielectrice în izolații de polietilenă. Lucrările efectuate sînt însă prea puține, față de posibilitățile materiale de care dispune institutul.

O activitate de care INMB s-a ocupat mai puțin, dar care îi revine integral, este aceea a *determinării valorii unor constante fizice fundamentale*. Atît cercetarea științifică din țară, cît și anumite activități (geofizica, geologia, transporturile, apărarea națională etc.) au nevoie de aceste valori, cu o precizie pe care nu ar putea-o asigura decît un institut cum este INMB.

INMB are în prezent o amplă și variată *microproducție*, ca rezultat al lucrărilor de cercetare-dezvoltare întreprinse în cursul anilor, cu valorificarea unei experiențe ce a rezultat din activitatea sa de bază. În noile condiții, va fi necesară reconsiderarea întregii microproducții, în funcție de cererea economiei, eliberată de constrîngerea unor planuri de investiții rigide sub imperiul cărora mulți beneficiari cumpărau orice tip de aparat, numai să-și cheltuiască banii planificați. Se impune promovarea unui sortiment de etaloane și aparate de măsurat realmente solicitate, competitive și adoptate nevoilor laboratoarelor de metrologie din țară.

În ansamblul ei, activitatea de cercetare a INMB este în cea mai mare parte destinată întregii societăți. Temele individuale de cercetare nu au beneficiari unici, ele servind la îmbogățirea zestrei de etaloane naționale de care beneficiază țara în totalitatea ei. Ca atare, activitatea de cercetare a INMB trebuie *finanțată de la bugetul statului*, așa cum se procedează în toate țările lumii.

### Probleme ale metrologiei legale

Starea de înapoiere a economiei naționale s-a resimțit și în domeniul metrologiei legale, începînd chiar cu aparatura pentru măsurări curente. De exemplu, măsurarea volumului unor cantități mari de lichide (cum sînt produsele petroliere) se face, în țările avansate, prin măsurări de debit și integrare ; la noi, aparatura necesară lipsind, încă se utilizează metodele volumetrice, mult mai greoaie și imprecise. Pentru cîntăriri de precizie, atît la cantități mari (vagoane, autovehicule) cît și la cantități medii (magazii) și mici (vînzarea cu amănuntul), în întreaga lume s-au generalizat sistemele de cîntărire și balanțele electronice, cu indicare numerică (eventual cu identificare prin cod de bare) și imprimarea rezultatelor, calculul prețului etc. În domeniul medicinii, aparatura a înregistrat progrese spectaculoase, începînd cu măsurările cele mai simple, temperatura corpului și presiunea sanguină, pentru care sînt uzuale aparate electronice simple și eficiente. Exemplele pot fi continuate cu numeroase alte categorii de mijloace moderne de măsurare, dintre care la noi au fost implementate doar prea puține, și acelea numai sporadic.

În mod corespunzător, metrologia legală a fost și ea lipsită de o bază tehnică modernă, în majoritatea domeniilor în care intervenția sa era așteptată.

În momentul de față, în activitatea de metrologie legală din România se ridică o problemă a cărei discutare a fost mereu pusă pe planul doi : obligația metrologiei de a proteja persoanele fizice și persoanele juridice împotriva *efectelor nocive ale măsurărilor inexacte sau false*. Înscrisă ca obiectiv fundamental al OIML, această cerință constituie o obligație elementară a oricărui stat civilizat față de cetățenii săi, o garanție oficială asemănătoare cu apărarea proprietății și a celorlalte drepturi constituționale. Controlul metrologic de stat trebuie să se aplice direct — și nu prin intermediul unor laboratoare a căror competență și neutralitate pot fi puse în discuție — în primul rînd, mijloacelor de măsurare etalon din toate domeniile precum și mijloacelor de măsurare de lucru din domeniul sănătății publice și al securității tehnice, al operațiilor comerciale, poștale, fiscale, al expertizelor judiciare etc. Metrologia legală are datoria de a interveni, în general, în toate situațiile în care interesele diferite ale unor părți depind de rezultatele unor măsurări.

În noul context, devine de primă importanță îmbunătățirea pregătirii profesionale a metrologilor, atît a celor care lucrează în prezent în rețeaua de laboratoare — prin cursuri de perfecționare și alte forme de pregătire — cît și a viitoarelor generații de metrologi. Acest din urmă obiectiv ar putea fi atins cel mai bine prin reînființarea vechii școli postliceale de metrologie, existentă pînă în 1968, ai cărei absolvenți sînt și azi cei mai buni metrologi din țară. După 1968, formarea metrologilor s-a făcut în Liceul Industrial nr. 17 din București, într-un mod total necorespunzător (este suficient să amintim că în ultimii ani au rămas în planul de învățămînt doar trei cursuri de specialitate !).

Inspecția de Metrologie a primit de la vechiul său for tutelar, IGSCCP, sarcina de a asigura controlul fabricației mijloacelor de măsurare

în întreprinderile care fabrică asemenea produse. Ca urmare, unii inspectori de calitate din aceste întreprinderi au fost înlocuiți cu inspecpectori de metrologie, măsură nejustificată cu atît mai mult cu cît acestea au în fabricație și alte produse, cu pondere cantitativă și valorică mult mai mare decît cea a mijloacelor de măsurare. Este necesar să se renunțe la încărcarea Inspecției de Metrologie cu o asemenea atribuție, neprevăzută în Legea Metrologiei (nr. 27) și neconformă spiritului în care se desfășoară activitatea de metrologie în alte țări.

**Concluzii**

Cred că în viitor activitatea de metrologie legală va trebui orientată în special spre următoarele obiective:

—verificarea obligatorie a tuturor etaloanelor prin care se poate demonstrat trasabilitatea mijloacelor de măsurare din dotarea unităților economice și sociale;

—verificarea obligatorie a mijloacelor de măsurare utilizate în sănătatea publică, securitatea muncii și a vieții, tranzacțiile comerciale, expertize, domenii speciale etc.;

— verificarea oricărui tip de mijloc de măsurare, la cerere;

— aprobarea de model a mijloacelor de măsurare de mai sus;

— autorizarea laboratoarelor de metrologie și a personalului acestora;

— controlul activităților de metrologie.

Activitatea de metrologie în România preocupă un număr de peste 35000 de persoane, a căror contribuție la eficiența economiei naționale va depinde critic de orientarea, structura și atribuțiile metrologiei în noile condiții. Este nevoie de acțiunea concertată a specialiștilor în domeniu, pentru dezbaterea amplă a problemelor implicate în etapa actuală, în primul rînd în vederea limpezirii unor mentalități și conturării căilor de schimbare a unor practici. Revista se pune la dispoziția tuturor celor care doresc să-și spună cuvîntul și să-și exprime punctul de vedere pe marginea celor cuprinse în acest articol.

**Reînființarea Școlii Postliceale de Metrologie**

Începînd cu anul școlar 1990—1991, își reia activitatea **Școala Postliceală de Metrologie**, sub o formă asemănătoare celei care a funcționat pînă în anul 1968. Școala pregătește tehnicieni metrologi, are o durată de 2 ani și are sediul în București, șos. Vitan-Bîrzești nr. 11, sector. 4.

În planul de învățămînt al Școlii Postliceale de Metrologie sînt incluse cursuri ca: elemente de informatică aplicată; electrotehnică și electronică; metrologie generală și elemente de construcție a aparatelor; organizație și legislație metrologică; metrologia lungimii, suprafețelor și unghiurilor; metrologia timpului, mărimilor cinematice și acustice; metrologia masei și forței; metrologia volumelor, presiunii și debitului; metrologia mărimilor fizico-chimice; metrologia mărimilor electrice; metrologia temperaturii și a mărimilor termice; metrologia mărimilor optice și fotometrice; metrologia radiațiilor ionizante; metrologia sistemelor automate.

În programă este inclus și un număr important de ore de instruire practică.

Pentru examenul de admitere se cer următoarele cunoștințe: matematică (clasele XI și XII); fizică (mecanică clasa IX; electricitate clasele X, XI și XII; fizică moleculară și căldură clasa X).

# Metrologia de stat la ora adevărului, competenţei şi eficienţei

PAUL DÂRVARIU*

Puţine sînt ţările lumii care şi-au asumat riscul de a nu avea instituţii de stat cu atribuţii ştiinţifice, tehnice, juridice şi administrative în domeniul metrologiei. Şi mai puţine sînt cele care nu dispun încă de reglementări legale menite să asigure corectitudinea şi uniformitatea măsurărilor, precum şi protejarea cetăţenilor împotriva efectelor nocive ale măsurărilor inexacte sau false.

Venind în întîmpinarea ţărilor care doresc să-şi organizeze pe baze legale instituţii ale metrologiei de stat, organizaţia internaţională de Metrologie Legală (O.I.M.L.) a publicat, încă din 1975, o „lege a metrologiei" concepută ca o „propunere generală care trebuie să fie pusă la punct urmărind exigenţele legislative proprii fiecărei ţări". Elaborată după trei ani, Legea Metrologiei, nr 27/1978, nu îşi însuşeşte integral decît cîteva din recomandările documentului internaţional, celelalte prevederi fiind atît de bine adaptate la „exigenţele legislative" ale sistemului totalitar încît, în forma aprobată, au devenit de nerecunocut. Aparent, problema nu pare gravă. De altfel, însuşi Biroul Internaţional de Metrologie Legală precizează că documentul în cauză nu are caracterul rigid al recomandărilor internaţionale, în cazul lui neoperînd indicaţia internaţională conform căreia statele membre se angajează moral să pună în aplicare deciziile Organizaţiei Internaţionale de Metrologie Legală.

Nu îmi propun să fac o analiză în detaliu a legislaţiei noastre metrologice şi nici să formulez propuneri de îmbunătăţire a ei.

Sînt convins că foarte curînd revista noastră va publica cele mai diverse păreri, opinii, propuneri primite din partea întregii metrologii româneşti, din parta tuturor specialiştilor care doresc redresarea unui domeniu de activitate de mare importanţă. Mă voi opri numai la cîteva aspecte privind delimitarea atribuţiilor metrologiei de stat.

Conform legislaţiei metrologice încă în vigoare, metrologia de stat românească era obligată să-şi exercite activitatea într-un domeniu de o vastitate nemaiîntîlnită, poate, nicăieri în lume. Pe lîngă atribuţiile considerate „tradiţionale" (cercetarea ştiinţifică în domeniul metrologiei, realizarea, păstrarea şi perfecţionarea etaloanelor naţionale şi primare, elaborarea şi editarea normelor tehnice de metrologie, autorizări şi avizări metrologice), metrologiei de stat i s-au „rezervat" alte sarcini care prezintă doar unele tangenţe cu domeniul : coordonarea activităţii de metrologie din ministere, centrale industriale şi unităţi economice, controlul dotării tuturor unităţilor economice cu mijloace de măsurare, al folosirii corespunzătoare a acestora, precum şi controlul respectării programelor interne de verificări şi reparaţii ale unităţilor. Atribuţii specifice, oricum, metrologiei de stat erau hipertrofiate pînă la limita absurdului. De pildă, obligaţia de a asigura verificarea metrologică a tuturor celor peste 900 de sortimente dintr-o Listă Oficială supradimensionată (în cazul în care deţinătorul nu-şi poate asigura verificarea prin eforturi proprii). Sau obligaţia de a efectua încercările metrologice de stat în vederea aprobării de model la aproape toate tipurile de mijloace de măsurare fabricate sau importate (de la rigle de lemn pînă la maşini de măsurat lungimi, de la pipete pînă la centrale de măsurare). Sau obligaţia de autorizare a aproape tuturor categoriilor de personal care au de-a face cu mijloacele de măsurare. În afara sarcinilor, atribuţiilor şi răspunderilor prevăzute de lege, organul de stat al metrologiei a fost obligat de organul colectiv de conducere al instituţiei din care făcea parte, să efectueze, în întreprinderile constructoare de mijloace de măsurare, controlul calităţii produselor, conform legislaţiei specifice domeniului (legea nr. 7/1977)

Au existat tentative de a impune metrologiei obligaţia de a se ocupa de toate standurile de probă, de a efectua controlul capabilităţii maşinilor unelte sau chiar de a prelua sarcina „controlului primei piese dintr-un lot" ! Interese străine de rosturile metrologiei, unele din exteriorul, altele, din păcate, din interiorul ei, determinaseră la un moment dat legiferarea convertirii institutului de metrologie într-o unitate de cercetare în domeniul asigurării calităţii tuturor produselor. Ca şi cum în domeniul specific de activitate nu mai era nimic de făcut !

Rezultatul punerii în operă a unor asemenea programe maximale a fost invers proporţional cu amploarea acestora. Cînd ţi se impune să faci totul în toate direcţiile, fără să ţi se asigure capacitatea necesară, sfîrşeşti prin a nu realiza măcar minimul necesar în direcţiile principale. Şi, (să ne amintim) tuturor ni se cerea „să facem totul, avînd asigurate toate condiţiile".

S-a creat falsa impresie că metrologia de stat nu avea nimic mai important de făcut decît de a constata că într-o anume întreprindere dotarea cu aparate este deficitară iar muncitorii

* Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologi şi Calitate.

nu știu să măsoare cu șublerul și micrometrul, sau de a informa conducerile ministerelor că într-un anume loc manometrele au geamurile sparte sau murdare iar fabricația se derulează fără îndeplinirea unor programe „mobilizatoare" de realizare a standurilor de probe. Nu era destul de clar că tributul pe care îl plăteau întreprinderile pentru nesocotirea unor cerințe metrologice elementare era infinit mai mare decît amenda contravențională aplicată saunota informativă adresată conducerii ministerului?

Această orientare a metrologiei de stat în direcții colaterale nu însemna numai o deturnare de la sarcinile sale firești ci și o înțelegere necorespunzătoare a funcțiilor ei în stat. Să luăm, de pildă, funcția de control: însuși documentul internațional menționat precizează clar că statul trebuie să-și exercite controlul metrologic numai asupra anumitor categorii de mijloace de măsurare și măsurări (etaloane, unele mijloace de măsurare utilizate în sănătatea publică, securitatea tehnică și protecția mediului, mijloace de măsurare utilizate în operații comerciale, fiscale sau poștale, mijloace de măsurare utilizate în expertize judiciare etc.). Controlul metrologic nu trebuie confundat cu o simplă „inspecție", ci trebuie să cuprindă activități cu un profund conținut tehnic, referitoare la mijloacele de măsurare și măsurările din sfera de interes a metrologiei de stat: aprobarea de model, verificarea inițială, verificarea după reparații sau modificări, verificarea periodică, supravegherea utilizării mijloacelor de măsurare.

Pentru metrologia de stat a sosit momentul adevărului, al competenței, al eficienței. Prima urgență este delimitarea clară a atribuțiilor. Iată cîteva propuneri:

— asigurarea înfăptuirii politicii statului în domeniul metrologiei;

— asigurarea aplicării reglementărilor de metrologie legală;

— asigurarea execuției, menținerii și conservării etaloanelor naționale, primare și secundare;

— elaborarea și actualizarea periodică a listelor mijloacelor de măsurare care trebuie să fie supuse controlului statului;

— elaborarea prescripțiior tehnice cu privire la mijloacele de măsurare supuse controlului statului

— încercări ale modelelor de mijloace de măsurare supuse controlului statului;

— asigurarea etalonării mijloacelor de măsurare etalon;

— efectuarea verificărilor metrologice și supravegherea legală a utilizării mijloacelor de măsurare supuse controlului statului;

— efectuarea expertizelor în domeniul măsurărilor cu mijloace de măsurare supuse controlului statului;

— efectuarea, la cerere, a unor prestări de servicii în domeniul măsurărilor;

— elaborarea normelor tehnice de metrologie;

— stabilirea și aplicarea reglementărilor asupra măsurării și etichetării unor produse sau mărfuri;

— participarea la învățămîntul de metrologie generală și legală precum și la perfecționarea profesională a personalului metrologic;

— asigurarea colaborării cu alte instituții din țară în rezolvarea unor probleme interdisciplinare privind metrologia;

— îndrumarea activității de metrologie din structurile organizatorice economice și sociale, facilitînd colaborarea acestora cu unitățile metrologiei de stat;

— autorizarea pe bază de expertize tehnice, a unor categorii de laboratoare, ateliere și personal metrologic;

— reprezentarea organismelor naționale de metrologie la cele internaționale.

În cele de mai sus mi-am exprimat doar cîteva opinii, în calitate de simplu lucrător al metrologiei de stat. Să nu pierdem, însă, din vedere cealaltă ramură a metrologei românești: metrologia departamentală. Se înțelege că structurile organizatorice economice și sociale, ministerele, întreprinderile, instituțiile trebuie să dispună, la rîndul lor, de structuri metrologice proprii, organizate pe baza criteriilor eficienței și rentabilității, precum și pe baza unor reglementări legale clare și complete.

Consider că revista noastră trebuie să găzduiască în paginile sale și opinii ale reprezentanților celor peste 30 000 de metrologi din unitățile economice și sociale. Iată cîteva întrebări posibile:

— care trebuie să fie locul și rolul metrologiei și metrologului în unități?

— cum trebuie organizată metrologia departamentală: prin laboratoare mici, în fiecare unitate sau, dimpotrivă, pe bază de laboratoare centrale, la nivel de ministere sau grupuri teritoriale de unități?

— cum trebuie organizată, la nivel departamental pregătirea profesională a metrologilor?

— cum trebuie gîndită și realizată, la nivel departamental dotarea optimă a laboratoarelor și atelierelor de metrologie?

— care trebuie să fie drepturile și îndatoririle metrologilor din unități?

# Unităţile de măsură metrice — dimensiuni şi coordonate istorice

NICOLAE P. LEONĂCHESCU *

Articolul se referă la principalele unităţi de măsură ale Sistemului metric zecimal şi la unităţile de măsură nemetrice folosite în România înainte de adoptarea acestui sistem de unităţi. Sînt prezentate unele aspecte de bază ale realizării etaloanelor pentru unităţile fundamentale — metru şi kilogram —, precum şi aspecte de interes ale acţiunilor susţinute desfăşurate de personalităţi de seamă ale României pentru adoptarea Sistemului metric zecimal, aplicarea şi generalizarea unităţilor de măsură ale acestui sistem de unităţi.

The paper refers to the principal units of measurement of the decimal metric system and to the non-metric units used in Romania before the introduction of this system of units. Some basic aspects of the realization of standards for the fundamental units metre and kilogram are presented as well as some aspects of interest of the sustained actions waged by prominent personalities of Romania in order to adopt the decimal metric system and for its application and subsequent generalization.

L'article se réferé aux unités de mesure du système métrique décimal et aux unités non-métriques usitées en Roumanie avant d'adopter ce système d'unités. On présente quelques aspects essentiels de la réalisation des étalons pour les unités fondamentaux mètre et kilogramme ainsi que l'aspects d'interêt des actions soutenues effectuées par personnalités marquantes de la Roumanie pour adopter le système métrique décimal et pour appliquer et généraliser les unités de mesure de ce système d'unités.

## 1. Condiţie a comunicării interumane

Lumea modernă este o lume a metriei şi a fost construită pe baza unui imens efort desfăşurat pe toate planurile, de toate generaţiile. Limbajul cotidian nu se mai poate dispensa, astăzi, mai mult ca oricînd, de unităţile de măsură şi de sensul lor exact. Comunicăm unii cu alţii avînd drept esenţă a limbajului, în primul rînd, unităţile de măsură care cuantifică mărimile şi fac posibilă relaţia economică, politică, socială etc.

Pe baza unităţilor de măsură este posibil actul de creaţie ştiinţifică şi tehnică precum şi răspîndirea lui la nivel planetar. Datorită acceptării unui singur sistem de unităţi de măsură de către toate ţările (Sistemul metric zecimal, în trecut, iar azi, Sistemul internaţional de unităţi) oameni care vorbesc limbi diferite se pot înţelege şi pot purta un dialog util.

Un sistem de unităţi exercită deci funcţia de suport major şi condiţie sine qua non a comunicării şi înţelegerii interumane.

Ştim ce înseamnă secunda şi care este valoarea ei. Indiferent de limba vorbită, oamenii cunosc unitatea fundamentală de măsurare a timpului precum şi multiplii săi (minutul, ora, ziua, săptămîna, luna, trimestrul, semestrul, anul, cincinalul ,deceniul, secolul, mileniul, epoca etc).

Ei manevrrează cu uşurinţă ceasul şi ritmurile vieţii moderne sînt asigurate. Avem certitudinea simultaneităţii unor procese şi a succesiunii altora. Să ne imaginăm, măcar pentru o singură clipă, că unitatea de măsură a timpului ar căpăta instantaneu conţinut diferit de la om la om ; haosul şi catastrofa s-ar instala automat. Am asista la catastrofe feroviare, de trafic aerian ; dezastrele industriale ne-ar înconjura din toate părţile şi actuala civilizaţie s-ar prăbuşi.

Secunda este stăpîna noastră fără să vrem. S-a implicat în toate fibrele vieţii noastre, ne dirijează acţiunile, ne impune ritmuri şi scadenţe, ne obligă să fim atenţi şi exacţi, ne cere s-o respectăm. Renunţînd la ea ne întoarcem în lumea fără istorie a entităţilor zoologice simple.

Mărimile fizice şi unităţile lor, exprimate direct sau implicit, domină literatura tehnico-ştiinţifică ; ele nu pot fi evitate nici în textele poetice. Iată, spre exemplu, un extras, luat la întîmplare, din poezia „Luceafărul" a

* Institutul de Construcţii Bucureşti.

lui Mihai Eminescu :

*Reia-mi al nemuririi nimb*
*Și focul din privire*
*Și pentru toate dă-mi în schimb*
*O oră de iubire...*

Regăsim în text și mărimi fizice și unități de măsură care permit comunicarea fiorului poetic.

Unitățile de măsură exercită, în același timp, o funcție de unificare și de standardizare. Condensate într-un sistem unitar și coerent, unitățile care-l compun obligă oamenii să gîndească și să acționeze unitar. Ele unifică limbajul dar și sistemele tehnice, științifice, tehnologice, economice etc. Sistemul metric zecimal *(SMZ)* a jucat un imens rol unificator peste tot unde a fost adoptat, dar și acolo unde, din conservatorism, a fost respins inițial.

Folosirea *SMZ* a permis dialogul internațional desfășurat larg și a scos relațiile de schimb economic de sub spectrul inechității și al abuzului de putere.

## 2. Mesagerul și exponentul unei tehnologii

Un sistem de unități de măsură este exponentul și mesagerul unui anumit stadiu de dezvoltare tehnică și tehnologică. El reflectă o anumită tehnologie care l-a generat, de altfel.

În perioadele anterioare primei revoluții industriale, unitățile de măsură nu s-au coagulat în sistem. Popoarele și-au elaborat unități de măsură care nu erau legate de mărimi invariabile. De exemplu, pentru etalonul de lungime s-au folosit componente ale corpului uman : palma, degetul, palmacul, piciorul precum și multiplii și submultiplii lor. Legătura între aceste unități era eterogenă.

În Țara Românească se foloseau relațiie :

1 stînjen — 8 palme — 96 degete — 1 152 linii.

Existau două etaloane pentru lungimi :

1 stînjen Șerban vodă — 1,962 m

1 stînjen Constantin vodă — 2,02 m.

Tranzacțiile economice și, în fond, toate acțiunile umane nu solicitau în antichitate și în evul mediu un grad sporit de exactitate. Erorile de ordinul milimetrilor, centimetrilor și chiar metrilor erau curente. Am putea spune că valoarea erorii acceptate definește stadiu tehnic și tehnologic, nivelul de dezvoltare al unei țări.

În 1782 s-a declanșat prima revoluție industrială ai cărei germeni se pot identifica și înainte de acest an. S-a intrat într-o nouă epocă de dezvoltare tehnică și tehnologică ; automat și simultan s-a pus problema unor unități de măsură noi, definite exact. Chiar unități mai vechi de măsură au fost supuse unor operații fine de determinare și reproducere. Așa s-a crea și s-a impus *SMZ* drept exponent și, în același timp, mesager al primei revoluții industriale. Cînd într-o țară slab dezvoltată era percepută noua unitate de măsură „calul putere", automat oamenii luau cunoștință de existența mașinilor cu aburi, de tehnica și tehnologia lor. Astfel, *SMZ* făcea implicit propagandă primei revoluții industriale.

În secolul al XX-lea s-a dezvoltat Sistemul internațional de unități *(SI)* care este mesagerul și exponentul celei de a doua revoluții științifice și tehnice. Paleta de unități de măsură s-a dezvoltat foarte mult, pe măsura noilor cuceriri ale inteligenței umane. Erorile acceptate au atins limite incredibile, apropiate de zero. S-au introdus în limbajul cotidian unități de măsură care cuantifică și măsoară chiar informația, lucru de neimaginat cu un secol în urmă.

*SI* reflectă actualul stadiu de dezvoltare tehnică și tehnologică al omenirii, implementat în țările avansate. Insidios și prin contaminare, acest stadiu de dezvoltare se răspîndește în toate țările, oricît de izolate ar fi ele din punct de vedere geografic, obligîndu-le la progres. Granițele dispar sub loviturile sistemelor globale de comunicație. Cibernetica este o creație cu valențe planetare și este dușmanul închistării în granițe absurde.

Sigur, în viitor omenirea va cunoaște și alte stadii de dezvoltare tehnico-științifică și tehnologică, situație în care se vor întrebuința sisteme evoluate de unități de măsură. Un lucru se poate preciza încă de pe acum : noile sisteme preiau fondul valoros al cunoașterii cuprins în sistemele anterioare. Aici preluarea este selectivă și impune standarde noi atît definițiilor cît și metodelor de determinare.

## 3. Unitate instituțională

O anume realitate istorică a făcut ca statul român unitar modern să ia ființă de abia la 1 decembrie 1918. Transilvania a cunoscut jugul asupririi otomane și austro-ungare. În planul unităților de măsură, organele administrative ale puterii încercau să impună unitățile de măsură oficiale.

Se poate demonstra cu exemple că populația românească din Moldova, Transilvania și Țara Românească se manifesta unitar și în planul unităților de măsură. Exista deci o unitate și a acestei instituții, a unităților de măsură, care se exprima cu diferite intensități în funcție de conjunctura politică. Niciodată, indiferent de stăpînire, populația românească n-a renunțat la instituțiile sale. Ba chiar mai mult : se constată acțiuni de coordonare a inițiativelor din planul unităților de măsură cu mult înainte de apariția *SMZ*.

La 15 octombrie 1763, voievodul *Grigorie Ioan Callimachi*, domnitorul Moldovei, semna la Iași un hrisov [1] prin care poruncea ca „vădrăritul de acum înainte să se măsoare la toate vasele și mari și mici cu cotul de fier care este la amîndoue capetele cu boure domnești și este făcut de pe măsura cotului muntenesc și nu îi aruncă năpaste.

Și încă am poruncit domnia mea d-sale *Filip Catargiu* vel vistiernic de au făcut un cot de fier ca acela, foarte drept și legîndu-l cu un lanț de fier să se bată în păretele Vistieriei domnești, să stea acolo neclătit, niciodată.

Pentru ca și cînd se vor face coturile ca să se dea vădrarilor de pe acela cot să se ia măsura și să se facă asemenea tocma ca acela; cum și cînd se va întîmpla să jăluească cineva din locuitori că le-au pus vădrarii năpaste, iarăși după cotul acesta să se cerce și să se îndrepteze.

Și deosebit am mai poruncit ca să dea în tipariu și cîteva ponturi și să le pecetluiască cu pecetea domnească în carele arată toată poronca vădrarilor în ce chip vor urma și vor măsura cu cotul cel de fier...Cum și pentru măsura vedrilor acestora de acum înainte să le facă boerii ce se vor întîmpla să fie în slujba vădrăritului la Odobești, ca să fie drepte, vadra de zece ocă iară mai mare măcar o litră să nu fie și cu acea măsură să se strîngă și vadra domnească și cea stărostească"...

Iată deci că Moldova folosea pentru cot un etalon luat după cel din Țara Românească. El era păstrat în condiții severe și pentru folosirea lui se tipăriseră „cîteva ponturi", adică instrucțiuni.

În Țara Românească apăruseră și îndrumare pentru definirea și utilizarea cotului. Astfel, în 1795, apărea o a doua ediție a unei broșuri cu 12 pagini intitulată: „Învățătură pentru măsura cotului în ce chip să măsoară buțile sau altfel de vase".

Pe coperta interioară titlul este mai dezvoltat: „Învățătură pentru cotul ce s-au făcut de măsura buților în ce chip să să măsoare buțile sau tocitorile sau putinile precum în jos arată" [2].

Din acest îndrumar aflăm date interesante despre „Făcutul cotului. Cotul are doao fețe cu numere; o față are numere mai multe începînd de la unul pînă la 33 și aceste numere sînt vedre. Altă față a cotului are numere mai puține, începînd iar de la unul pînă la 5 și acestea să numesc palme".

Se descrie și modul de folosire a cotului și de calcul: „Să bagă cotul în bute drept pă vrană în jos pînă în doagă însă cu căpătiiul cel înfierat cu fierul domnesc".

Este absolut evident că prima ediție a acestui îndrumar inginerese a apărut înainte de 1795 și a fost utilizată masiv făcînd necesară o a doua ediție. Pînă în prezent nu s-a găsit nici un exemplar din prima ediție ca să ne permită judecăți de valoare mai ample. Presupunem că aceste îndrumare au circulat în toate zonele locuite de români.

În 1824 acest îndrumar cunoștea o a treia ediție [3], cuprinzînd același text ca cel din 1795, desfășurat pe același număr de pagini.

Cu toate că în 1834 începuse [4] bătălia românească pentru *SMZ*, cotul n-a fost abandonat. La 10 februarie 1846 apărea în București a patra ediție a îndrumărului despre cot [5].

Conținutul ediției din 1846 este dezvoltat pe 8 pagini și nu diferă substanțial de cel al primelor ediții. Etalonul cotului prezenta o mică deosebire: „Cotul are doă fețe cu numere; pe o față merge No pînă la 33 și acestea sînt vedre; iar pe ceilaltă față merge numai pînă la 6 și acestea sînt palme".

Metodologia de calcul, descrisă în toate edițiile, era simplă. De exemplu: se măsura diametrul butoiului la vrană și se găsea 12 vedre; la capetele butoiului, diametrul era de 8 vedre (citite pe fața cu numere pînă la 33). Se măsura lungimea butoiului între cele două funduri și se găseau, de exemplu, 8 palme (citite pe fața cu cifre pînă la 5 sau pînă la 6).

Diametrul mediu este

$$(8 + 12) : 2 = 10 \text{ vedre},$$

iar conținutul total se calculează prin multiplicare:

$$10 \text{ vedre} \times 8 \text{ palme} = 80 \text{ vedre}$$

Un alt exemplu: din măsurători au rezultat valorile:

| | |
|---|---|
| — diametrul mare: | 12 2/4 1/4 vedre |
| — diametrul mic: | 8 2/4 1/4 vedre |
| — lungimea: | 8 palme 2/4 degete 1/4 linii. |

Rezultă diametrul mediu: 10 1/2 1/4 vedre, iar capacitatea butoiului va fi:
(10 1/2 1/4) x (8 2/4 1/4) — 93 vedre și 5 oca.

Pentru cei care doresc să efectueze verificări menționăm echivalenții [6] din 1865 care operau în Țara Românească:

1 cot vechi — 0,666 m
1 oca pentru lichide — 1,288 $dm^3$
1 litră — 0,322 $dm^3$
1 dram — 0,322 centilitri.

În Moldova existau echivalenții:

1 oca pentru lichide — 1,52 $dm^3$
1 cot — 0,637 m
1 litră — 0,38 $dm^3$
1 dram — 0,38 centilitri.

Populația românească din Transilvania folosea și ea stînjenul în măsurările pentru lungimi. Un document din 1784 consemnează că: „Ionu Ispasu din Corna zise către unu altu

nobilŭ ungurescŭ : „vomŭ vedé noi în scurtă vreme ce vorŭ mai avé ungurii aici ; noi acuși vomŭ începe să măsurămŭ pămînturile cu stînjinulŭ" [7].

Folosirea stînjenului în Transilvania ca și în Moldova și Țara Românească la 1784 marchează o unitate instituțională.

### 4. Materialitatea etaloanelor

În conservarea etaloanelor (aiarelor) au fost încercate multe soluții reflectînd gradul de înțelegere și stadiul tehnic și tehnologic. Unele soluții au rezistat un timp și s-au perfecționat, altele au fost înlocuite rapid. Am semnalat într-un studiu [8] anterior încercarea autorităților din Țara Românească din 1824 de a confecționa aiare din piatră pentru banița de cereale.

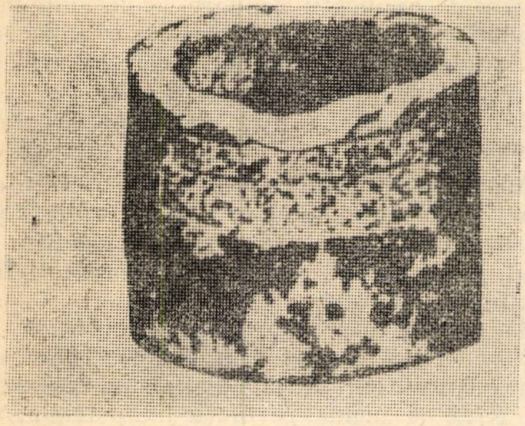


Fig. 1. Banița de piatră din Cîmpulung-Muscel (1824).

Imaginea baniței de piatră din Cîmpulung-Muscel a fost prezentată într-un articol [9] mai vechi.

Dacă se analizează [10] etaloanele folosite în antichitate în diferite țări se poate eviden-

Fig. 2

ția și mai mult ideea că materializarea etaloanelor reflectă stadiul de dezvoltare tehnică și tehnologică al unui sistem socio-economic.

Prima revoluție industrială a permis formularea unor idei majore în problema etaloanelor pe care le-a legat de mărimi fizice imuabile. S-au confecționat etaloane pentru metru și kilogram din platină iridiată, care au fost depuse la arhive. Ulterior, a doua revoluție științifică și tehnică a permis identificarea unor mărimi fizice într-adevăr imuabile, cum ar fi lungimea de undă în vid a unor radiații („metrul este lungimea egală cu 1 650 763,73 lungimi de undă, în vid, ale radiației care corespunde tranziției atomului de kripton 86 între nivelele 2 $p_{10}$ și 5 $d_5$").

Problema materializării etaloanelor capătă, în acest fel, noi dimensiuni ; practic, suportul material își pierde importanța de altădată. Metrul poate fi reprodus oricînd conform definiției actuale și după el pot fi reproduse oricînd și alte etaloane (exemplu : kilogramul).

Nefiind o problemă minoră, materialitatea etaloanelor are caracter dinamic, istoric. De fiecare dată, judecarea textelor tehnice trebuie făcută prin prisma exactității, acceptate în epocă, a etaloanelor cu obligativitatea folosirii expresiei lor materiale corespunzătoare.

### 5. Hermeneutica textelor tehnice

Evoluția ideilor tehnico-științifice nu este cu nimic mai prejos ca evoluția ideilor social-politice și studierea acestui proces completează istoria unui popor.

Hermeneutica textelor tehnice ridică în mod acut problema unităților de măsură menționate, unități caracteristice epocii în care au fost emanate acele texte.

În august 1785, voievodul *Alexandru Mavrocordat*, domnitorul Moldovei, semna un document prin care hotăra ca „venitul cantarului... să-l ia monastirea Sf. Spiridon cum anume se arată și la condica Vistieriei cu pecetea domnească, însă : 6 bani la patruzeci și patru oca cantariatica orice fel de marfă ar fi și se va trage la cîntariu ; iar fiind mai gios decît 44 oca, să se ia după analoghie de la cumpărătoriul marfei ; iar sare de se va cumpăra, să se ia cantariatica la 100 oca, 3 bani ; iar fier de se va cumpăra să se ia cantariatica la 59 oca, 6 bani ; iar pe marfa ce va avé cinevași macar de nu o va vinde și va vrea să o cîntărească ca să știe cîte oca trage marfa sa, să plătească stăpînul marfei cantariatica precum mai sus se arată... Pe tot anul să fie datoriu acel ce va avé miluire acest venit al cîntarului să facă aiar cantarelor adecă să le îndrepteze... Toate cantarele, omul rînduit de la acel ce va avé miluire venitul cantariului să le aibă sub zaptul [11] său iar altul

să nu fie volnic [12] a ţine şi a avé cantare mai mare decît de 40 oca; şi bacalii [13] şi alţii pentru trebuinţa vînzării marfei lor să fie volnici a ţine şi a avé cantaru de 40 oca trăsură şi cu acele cantare să-şi facă alişverişul [14] lor; iar la cine se vor afla cantare mai mare de 40 oca trăsură, să fie volnic acel ce va avé miluire venitul cantariului a le lua sub zaptul său" [15].

Iată un text de acum 205 ani greu de înţeles. În afara unor termeni scoşi din uz (bacal, volnic, alişveriş, zapt cantariatica, analoghie, trăsură), problema unităţilor de măsură este dominantă. Ce însemna ocaua moldovenească în 1785? Dar cantarul (unitate de măsură egală cu 40 oca?)

Lucrurile se complică şi mai mult cînd unităţile de măsură nu sînt autohtone. Din februarie 1759 datează o însemnare [16] făcută în condica Mitropoliei din Bucureşti al cărei conţinut este următorul: „Orologii mici, am tipărit noi coale 25. Lei 127,75 s-a făcut cheltuială cu hîrtia şi cu plata şi cu carnea şi cu altele: lei 10 o chilă de piine ce au mîncat; lei 11,30 pentru 30 metra vin; un leu 15, pentru ceapă. Total 150".

Mai întîi să consemnăm semnificaţia monezilor timpului:

1 leu = 4 ort = 40 parale;
1 para = 2 lăscăi 3 bani.

Unitatea de măsură pentru vin, numită metra, nu are nimic de-a face cu metrul de mai tîrziu. Poate este echivalentă unei vedre (egală cu 10 ocale) dar este, în mod sigur, o unitate de măsură pentru lichide. În 1841, „o măsură de apă este <egală cu> cîtă apă ar curge prin o ţeavă în lărgime ca să poată trece printrînsa un plumb rotund în greutate de un dram" [17].

Măsura de apă este aproximată a fi de 3,83 $m^3$. Metra din 1759 nu era „măsura de apă" din 1841 căci „30 metra vin" ar însemna un consum de vin de 114,9 $m^3$, valoare mult prea mare pentru scopul şi preţul de 11,30 lei [18].

Dificultatea de lectură a vechilor texte tehnice este creată de conţinutul unităţilor de măsură. Cercetătorul nespecializat poate avea o hermeneutică lacunară.

Aceleaşi dificultăţi de interpretare le avea şi cititorul gazetei Curierul Românesc pe care *Ion Heliade Rădulescu* a început să o publice în 1829.

La 5/17 august 1829 el semnala că „Gazeta Pasului Calé arată starea numărului fabricilor de sfecle care se află acum în Franţa. Aceste fabrice să urcă pînă la 38 care scot pe fieşcare an cîte 685 000 de kilograme de zahar" [19].

O săptămînă mai tîrziu, Curierul Românesc prezenta informaţii spectaculoase: „Se vorbeşte de un caic de acestea numit Vezuv care se mînă de o maşină cu o putere îndoită ce este de o potrivă cu a 100 de cai... Acesta în vreme de 16 minute a venit în josul api o leghe şi un sfert (cale de două ceasuri aproape) şi în susul api, tot acea cale, a făcut-o în 61 de minute" [20].

Problema unităţilor de măsură era de neînţeles pentru cititorul din 1829: „Înălţimea acestui munte în linie perpendiculară (dreaptă în jos) s-a aflat din dreptul Oceanului Atlantic în sus, de 16 800 picioare adecă de 5 verste" [21].

Vorbind despre „Trăsurile cu vapor al d. *Gurnei*" se arată că „într-un ceas o duce cale de trei leghe (mai o poştie)" [22].

Alteori explicaţiile sînt relative: „800 de miluri (cîte două ceasuri un mil)" [23].

Unităţile de măsură străine vechi (milă, verstă, leghe, picior) precum şi cele din *SMZ* (kilogram, cal putere) trebuie că aveau rezonanţe stranii pentru cititor. Autorul sintezelor informative dă explicaţii lapidare, acolo unde poate, privind echivalenţele. Pentru el, o milă terestră engleză valorează cît „două ceasuri", ceea ce reprezintă o indicaţie extrem de vagă; trei leghe echivalează „mai cît o poştie" adică 15,696 km.

Aceste texte tehnice vechi nu pot fi înţelese exact dacă nu cunoaştem sensul unităţilor de măsură menţionate în ele. Hermeneutic vorbind, fără unităţi de măsură corect definite conţinutul textelor rămîne criptic.

Să consemnăm şi un fapt semnificativ: în 1829 cititorul român afla despre kilogram şi despre cal putere, unităţi de măsură care anunţau *SMZ* şi prima revoluţie industrială, ceea ce reprezintă un act de pionierat tehnico-ştiinţific.

## 6. Pionieri ai SMZ în Principatele dunărene

Problematica asimilării şi legalizării *SMZ* în Principatele dunărene a fost dezvoltată de noi în lucrări şi studii anterioare [24]. S-a evidenţiat contribuţia majoră a lui *Petrache C. Poenaru* în această campanie precum şi a altor promotori ai *SMZ*: *Alexandru Costinescu*, *Alexe Marin*, *Ion D. Ghica*, *Teodor Palladi*, *Teodor Diamant*, *Constantin N. Rîmniceanu*, *Dimitrie E. Iarcu*, *Constantin C. Aninoşanu*, *Teodor Stamati* etc. Lista acestor pionieri este departe de a fi epuizată şi ne permitem să o suplimentăm.

*Ion Heliade Rădulescu* (6 ianuarie 1802, Tîrgovişte — 27 aprilie 1872, Bucureşti) a avut în planul propagandei pentru *SMZ* un rol major. Activitatea sa în acest domeniu începe cu informaţiile tehnice publicate în Curierul Românesc în care unităţile de măsură, după cum s-a semnalat, sînt implicate în permanenţă.

Esenţială însă este tipărirea, în 1832, a unei cărţi [25] de aritmetică tradusă după

*F.B. Francoeur*. Capitolul rezervat fracțiilor (frîngeri) are un subcapitol "8. Pentru oarecare alte frîngeri", dedicat unităților de măsură pentru lungimi, în special. Datorită importanței sale și a frumuseții limbii tehnico-științifice a vremii, reproducem o parte din acest text :

„1. Unimea lungimii se numește Metru care este una din zece milioane a arcului din meridianul Parisului ce se întinde de la pol pînă la ecuator.

2. Un pătrat a cărui latură este de zece metruri care este unimea fățadei și se numește Arŭ.

MINISTERUL AGRICULTUREI, INDUSTRIEI, COMERCIULUI și DOMENIILOR

INSTITUTUL METEOROLOGIC

și

Serviciul Central de Măsuri și Greutăți

**Meteorologia**

**și Metrologia**

**în România**

DE

ST. C. HEPITES

DIRECTOR

MEMBRU AL ACADEMIEI ROMÂNE

și

I. ST. MURAT

SUB-DIRECTOR.

BUCUREȘTI

TIPOGRAFIA CURȚEI REGALE F. GÖBL FII

No. 19, STRADA REGALĂ, No. 19

1906

Fig. 3

3. Greotatea unui cub de apă a cărui latură este o a sută parte din metru este unimea greotăților și se numește Gramm.

4. Cubul al cărui latură este a zecea parte din metru este unime de trup și se numește Litru. Se întrebuințează încă și Steru care este un metru cub".

Se prezintă în continuare submultiplii și multiplii acestor unități de bază : decimetru, deciar, decigram, decilitru, centimetru, milimetru, decametru, decalitru, ectometru, ectolitru, ectogram etc.

„O mie de metruri fac un kilometru ; o mie de grame, un kilogram".

*Ion Heliade Rădulescu* este partizanul *SMZ* : „Neînvățătura și credința deșartă singure nu mai pot să tăgăduiască priimirea acestii minunate aflări. Vom face dar mai bine a înțelege folosurile acestii sistemi prin arătarea celor mai vechi măsuri ; vom putea judica asupra completiri socotelilor care ele aduc cu sine a prețui voia care a lor croire a pus-o în regulă și a le compăra cu cele dintîiu. Este lîngă acestea de trebuință a cunoaște aceste feluri de socoteli pentru că streini n-au lepădat încă jugul vechilor sisteme".

În aceste rînduri, *I. H. Rădulescu* formulează nu numai o atitudine ci un adevărat program de acțiune în planul propagandei pentru *SMZ*. Spre comparație, el prezintă o serie de unități arhaice de măsură interne sau externe, precum și submultiplii lor. De exemplu :

1 stînjen = 8 palme = 80 degete = 800 linii ;
1 cot = 8 rupii ;
1 livră sau funt = 16 uncii = 128 drahme = = 9 216 grăunțe ;
1 scrupol = 24 grăunțe = 1/3 drahmă ;
1 oca = 4 litre = 400 dramuri ;
1 zi = 24 ceasuri = 1 440 minute = 86 400 secunde.

Multe aplicații din lucrare sînt redactate în *SMZ* cu „metruri".

Una din notele de subsol dă informații suplimentare despre unitățile fundamentale : "13. Nu este aci locul de a deslușì metoadele prin care s-au cunoscut lungimea metrului nici prin care îngrijiri trebue a face pregătirea ce slujaște spre a afla grammul ; vezi Fizica lui *Haüy* no 59. Noi aci ne mărginim a spune că trebue a se sluji cu apă curată într-o temperatură și presie atmosferică hotărîte. Să se ia dar apă distilată (strecurată) prin al său macsimum de desime (prin cea mai mare sau mai strînsă desime) care este 4 grade centigrade mai sus decît ghiața topită, barometru arătînd 76 centimetre".

Aritmetica din 1832 nu este o simplă traducere după originalul lui *L. B. Francoeur* ci și o adaptare atestată prin prezența în text a unităților de măsură românești, arhaice.

Prezentarea *SMZ* din această lucrare este prima și cea mai completă din literatura noastră științifică. Meritele lui *Ion Heliade Rădulescu* în lupta pentru adoptarea *SMZ* la noi sînt foarte mari. Cartea lui a fost folosită de elevi și s-a constituit într-un puternic mijloc de cunoaștere a *SMZ*. Din textul citat se mai reține și faptul că submultiplii stînjenului se înscriu într-un sistem zecimal hibrid :

1 stînjen = 8 palme ; 1 palmă = 10 degete ; 1 deget = 10 linii.

Sistemul tradițional folosea echivalentele :

1 palmă = 12 degete = 12 × 12 linii,

cifra 12 avînd rațiuni religioase (12 apostoli).

Acest sistem tradițional se folosea în 1832 și se va mai folosi multă vreme.

Sistemul zecimal hibrid al stînjenului a fost învăţat de elevi şi folosit în practică. La 12 mai 1845 inginerul *Alexandru Popovici* era destituit pentru că îl mai folosea la ridicarea topografică a planului oraşului Bucureşti [26].

Semnalăm şi faptul că topograful *Constantin N. Rîmniceanu* l-a folosit în redactarea planului moşiei Măgurele a căminarului *Ioan Oteteleşianu*, datat 6 octombrie 1840. Acest plan [27] este ridicat la o „Scară de 1 000 stînjini Şerban vodă în proporţie de linii 800 pe un stînjin şi socotindu-să relaţia metrului către acest stînjin precum 1 : 1,962". Scara este grafică.

*Ion Heliade Rădulescu* a fost unul dintre marii pionieri ai *SMZ* în Ţara Românească. Ulterior, steagul este preluat de *Petrache C. Poenaru*.

În Moldova, *Gheorghe L. Asachi* (1 martie 1788, Herţa — 12 noiembrie 1869, Iaşi) îndeplinea aceeaşi funcţiune nobilă. În 1838 publica Partea a III-a Geometria a lucrării „Elemente de matematică" [28].

Un capitol special are titlul : „Despre metrul (măsurariu) şi ale sale subîmpărţiri" din care reproducem textul de mai jos, pentru edificarea cititorului nostru :

„12. A măsura o linie dreaptă este a hotărî a ei raport cu o altă linie hotărîtă şi neschimbătoare ce să numeşte unime a măsurei. Unimea legiuită a măsurei pentru lungimi este stînjinul ; deci a măsura o linie este a căuta cîţi cuprinde stînjini sau fracţii a stînjănului.

Însă deşi guvernurile să îngriji de a păstra pururе aceaş lungime a stînjenului, totuş această măsură, neatîrnînd de vreo bazis statornică, să schimba după loc şi epohă şi din acea urmează zmintelile între numărătoarea măsurilor vechi şi a celor noă.

Pentru de a se feri de asemine zmintele vătămătoare, în epoha reformelor în Franţia s-au determinat o măsură schimbătoare şi în urma unor mari operaţii astronomice prin care s-au hotărît împregiurimea Pămîntului ; împărţind depărtarea de la pol la ecvator (brîul Pămîntului) sau patrariul de cerc în zece milioane de părţi din care una au luat-o drept metru, ce răspunde la 3 palme 5 palmace a Moldovei.

Tot această depărtare, preţuită în palme moldovene face 36 250 000 palme sau 4 531 250 stînjini.

Deci, precum la numere pentru calculul ecsact aşa şi la calculul lungimilor s-au întrebuinţat zecimale drept care metrul geometric asemene s-au împărţit în zăcini, miini & adecă în 10, 100, 1 000 părţi spre a măsura fracţiile metrului, adecă lungimi mai mici decît întregul metru.

Încît pentru ecsacteţa operaţiilor mari putem şi noi întrebuinţa împărţirea zăcimală la stănjănul nostru pe carele atunce, pentru deosebire, vom numi Metru.

Lungimea unei linii este deci reprezentată prin un număr zecimal carile însamnă cîte ea cuprinde metre şi subîmpărţiri zecimale a metrului. Încît numărul 0m,394 însamnă o linie care cuprinde 3 zecemetre, 9 sutimetre şi 4 miemetre sau peste tot 394 miemetre. Numărul 385m,62 înfăţoşază o linie de 385 metre 62 sutimetre".

Limbajul era în formare, în acest domeniu al tehnicii şi ştiinţei. De aceea nu trebuie să judecăm aspru folosirea unor termeni ca : zecemetre în loc de decimetre ; sutimetre în loc de centimetre ; miemetre în loc de milimetre etc.

În Moldova operau echivalenţele [29].

1 stînjen moldovenesc = 8 palme = 64 palmace = 768 linii.

În *SMZ*, factorii de conversiune ai unităţilor moldoveneşti erau următorii [30] :

1 stînjen moldovenesc = 2,23 m
1 oca = 1,291 kg
1 dram = 3,23 g.

Se reţine faptul că în 1838 moldovenii aveau stabiliţi echivalenţii în *SMZ* ai unităţilor de măsură tradiţionale folosite de ei. Astfel, din textul citat rezultă că

1 metru ≈ 3 palme 5 palmace =
= 1,0104685 m,

determinare făcută cu o eroare de 1,036%.

Prezentarea *SMZ* de către *Gheorghe L. Asachi* este edificatoare şi şi-a îndeplinit funcţia de propagandă şi de instruire. Tinerii moldoveni au învăţat după cartea lui *Gh. Asachi*, însuşindu-şi elementele definitorii ale *SMZ*. Opţiunea autorului pentru diviziunea zecimală a stînjenului moldovenesc era justificată ştiinţific şi corespundea curentului de idei din Ţara Românească unde se adoptase deja *SMZ*.

În baza acestor constatări, *Gheorghe L. Asachi* a fost unul dintre pionierii *SMZ* în Moldova.

Difuzia unităţilor de măsură ale *SMZ* în literatura de specialitate este din ce în ce mai accentuată. *Dimitrie Parel*, într-o lucrare [31] din 1852, foloseşte metrul la rezolvarea unor probleme de algebră ca un fapt normal. Este şi el unul dintre pionierii bătăliei pentru adoptarea *SMZ* în Ţara Românească.

Într-un studiu [32] mai puţin cunoscut este consemnată şi lucrarea „Moş Pătru sau Învăţătorul de sat" scrisă de profesorul *Alexe Marin* şi tipărită la Bucureşti în 1842 ca fiind edificatoare pentru introducerea *SMZ* la noi. Se citează textul următor : „toată unimea de măsură trebuie să aibă o bază pe care să se razime, afară de aceasta, spe mai multă înlesnire a calculului, ar trebui să se supună acest stînjen şi sistemei zecimale. De aceea pînă atunci, noi vom lua o măsură franţuzească

care este numai pe jumătatea acestui stînjen, numită metru și a cărui lungime este atîta că înconjurînd Pămîtul cu o ață, acea ață ar fi tocmai de 40 000 000 de metruri".

În ediția [33] Academiei Române acest pasaj nu există dar este posibil ca el să provină din lucrările lui *Alexe Marin*. Aceasta a fost într-adevăr un pionier al *SMZ*-ului în Țara Românească și contribuția sa a fost prezentată [34] cu alt prilej. Activitatea de pionierat a lui *Alexe Marin* în planul propagandei științifice trebuie reținută și prețuită.

În acest fel, coordonatele istorice ale unităților de măsură și, cu atît mai mult, cele constituite în sisteme moderne evidențiază o dimensiune umană majoră.

Argumentele pentru atestarea acestei realități sînt atît cele prezentate mai sus cît și cele care ni se vor dezvălui în viitoare demersuri.

*BIBLIOGRAFIE*


1. *Leonăchescu, N.P.* — Răspîndirea unităților de măsură ale Sistemului Metric în Principatele Dunărene. Comunicare la Al 2-lea Simpozion Național de Metrologie. Institutul de Național Metrologie. București, 25 octombrie 1984. (I) Metrologia aplicată, nr. 3/1984, p. 107—114; (II), nr. 4/1984, p. 146—150; (III), nr. 1/1985, p. 2—5.
2. *Leonăchescu, N.P* — Unele aspecte privind introducerea Sistemului Metric în România. Metrologia aplicată, nr. 3/1988. p. 98—105.
3. *Leonăchescu, N.P.* — Baniță de piatră. Metrologia aplicată, nr. 4/1987, p. 146—151.
4. *Leonăchescu, N.P.* — Proiectul de lege din 1835 privind adoptarea Sistemului Metric Zecimal în Țara Românească. Forum, nr. 1/1989, p. 64—72; Mecanizare Construcțiilor, nr. 3/1985, p. 30—36.
5. *Leonăchescu N.P.* — Proiecte nonstop. Mecanizarea Construcțiilor, nr. 4/1987, p. 34—40.
6. *Leonăchescu, N.P.* — Măsurile din 1840 pentru stabilirea echivalențior în metri ai etaloanelor românești de lungime. Metrologia aplicată, nr. 2/1988, p. 50—57.
7. *Leonăchescu, N.P.* — Raportul nr. 88, un proiect de lege pentru adoptarea Sistemului Metric Zecimal. Mecanizarea Construcțiilor, nr. 2/1987, p. 33—39.
8. *Leonăchescu, N.P.* — Stînjenul lui Știrbei vodă și odiseea problemelor nerezolvate. Mecanizarea Construcțiilor, nr. 3/1987, p 24—29.
9. *Leonăchescu, N.P.* — Premise pentru Unirea din 1859: Bătălia românească pentru adoptarea Sistemului Metric Zecimal. Știință și Tehnică, nr. 1/1987, p. 16 și 17.
10. *Leonăchescu, N.P.* — Bătălia pentru Sistemul Metric. Editura Ion Creangă. București, 1986.
11. *Leonăchescu, N.P.* — Introducerea Sistemului Metric Zecimal în Principatele Dunărene. Comunicare la Sesiunea Științifică de Instalații-Montaj. București, 2—26. mai 1984.Secția VII,p. 87—122. Institutul de Construcții București.


*NOTE*

[1] *Theodor Codrescu* — Uricariul cuprindătoriu de Hrisoave, Anaforale și alte acte, din suta a XV—XIX atingătoare de Moldova. Vol. I. Ediția a II-a. Jassy. Tipografia Buciumului Romanŭ. 1871, p. 293 și 294; Arhivele Statului Filiala Iași — Îndrumar în Arhivele Statului Iași. Vol. I, Iași, 1947, p. 35.

[2] *Ioan Bianu* și *Nerva Hodoș* — Bibliografia românească veche. Tomul II. Atelierele Sosec & Co. Societate Anonimă. București, 1910 (588. Învățătură pentru măsura cotului în ce chip să măsoară buțile sau altfel de vase. A doao oară tipărită la leat 1795).

[3] Învățătură pentru măsura cotului în ce chip să măsoară buțile sau altfel de vase. A treia oară tipărită la leat 1824.

[4] *Nicolae P. Leonăchescu* — Bătălia pentru Sistemul Metric. Editura Ion Creangă. București, 1986.

[5] Învățătura cotului făcută pentru de a măsura ori și cine o va învăța, buțile mari, buriile, tocitorile, putinile și alte vase trebuincioase la iconomia casnică (Pe coperta interioară este adăugat textul: „făcută după motodul cel mai înlesnitor obicinuit aici în Țara Românească"). Tipărită acum după dorința iubitorilor de a învăța această știință. 1846 fevruarie 10. București.

[6] *Ion Ghica* — Vademecum al inginerului și comerciantului. București, 1865.

[7] *Nicolae Densușianu* — Revoluțiunea lui Horia în Transilvania și Ungaria. 1784—1785. Tipografia „Romanulŭ". Carol Göbl. Bucuresci, 1884, p. 129.

[8] *Nicolae P. Leonăchescu* — Baniță de piatră. Metrologia aplicată, nr. 4/1987, p. 146—151.

[9] *N. Ilioiu* — 100 de ani de la introducerea Sistemului Metric în România. Metrologia aplicată, nr. 8—9/1966, p. 341—359.

[10] *G. Severeano* — Un nouveau poids de Kallatia. Buletinul Societății Numismatice Române, XX, 1925. Bucarest. Imprimerie de la Cour Royale, F. Göbl fils. 1926.

[11] Sechestrat; confiscat.

[12] Puternic; liber; împuternicit.

[13] Băcani.

[14] Vînzare; negoț; afaceri.

[15] *Theodor Codrescu*, op. cit., p. 107 și 108.

[16] Vezi nota 2, p. 144.

[17] *Nicolae P. Leonăchescu* — Introducere și istoria construcțiilor din România. Institutul de Construcții București, 1980, p. 304.

[18] *Nicolae P. Leonăchescu* — Aspecte ale răspîndirii cunoștințelor științifice în Principatele Dunărene în secolul al XVIII-lea. Forum, nr. 7—8/1989, p. 122—132.

[19] Curierul Românesc, nr. 34 din 5/17 august 1829, p. 141.

[20] Curierul Românesc, nr. 36 din 12/24 august 1829, p.156.

[21] Curierul Românesc, nr. 52 din 7/19 octombrie 1829, p.224

[22] Curierul Românesc, nr. 61 din 8/20 noiembrie 1829, p. 261.

[23] Curierul Românesc, nr. 29 Supliment din 19/31 iulie 1829, p. 124.

[24] Vezi nota 4.

[25] Aritmetica lu *L.B. Francoeur*. Tradusă și pusă în lucrare în Școala Națională din St Sava de I. Eliad. București. ĕn Tipografia lui *I. Eliad*. 1832, p. 57—63, 97 și 127.

[26] Vezi nota 4, p. 51.

[27] Idem, p. 74.

[28] Elemente de matematică. Partea III. Geometria elementară. De *Gh. Asaki*. În Tipografia Albinei. Eșii, 1838, p. 16 și 17.

[29] Elemente de matematică de post. G. Asaki. Partea I. Aritmetica. La Institutul Albinei. Iași. 1843, p 75: Elemente de matematică. Partea I Aritmetica. De *G. Asaki*. În Tipografia Albinei 1836, p. 96.

[30] *Ion Ghica*, op. cit., p. 33.

[31] Intiile elemente de algebră a lui Sonnet. Traduse din franțozește de D.P. Cu un adaos din ale sale lucrări. București. În Tipografia Colegiului Național, 1852, p. 187 și 188.

[32] *Florica Cîmpan* — Prima încercare de a introduce sistemul metric la noi în țară. Analele științifice ale Universității „Al. I. Cuza" din Iași. Secțiunea I. Matematică. Tomul XIX, 1973, fasc. 1, p. 239—242.

[33] *Alexe Marin* — Moș Pătru sau Învățătorul de sat. Convorbiri asupra mecanicii. Editura Academiei Republicii Socialiste România. București, 1981.

[34] *Nicolae P. Leonăchescu* — Răspîndirea unităților de măsură ale Sistemului Metric în Principatele Dunărene (II). Metrologia aplicată, nr. 4/1984, p. 148.

# „Legea metrologiei" elaborată de Organizaţia Internaţională de Metrologie Legală

Organizaţia Internaţională de Metrologie Legală (OIML *), care a fost constituită în anul 1955, la iniţiativa a 6 state, între care şi România, are, ca una din principalele sale sarcini, elaborarea de documente Internaţionle (D.I.) în probleme de metrologie.

În baza acestei sarcini, a cărei importanţă este unanim recunoscută în lume, OIML a elaborat, prin CIML **, în perioada 1975—1989, un număr de 20 Documente Internaţionale, care sînt prezentate în lista anexată.

Colegiul de redacţie al revistei „Calitate, fiabilitate, metrologie" este preocupat să asigure cunoaşterea, într-o cît mai largă măsură, de către specialiştii în domeniul metrologiei din România, a unora din Documentele Internaţionale elaborate de OIML.

În cadrul acestor preocupări, este prezentat, integral, în limba română, în acest număr al revistei, Documentul Internaţional CIML 1975 D.I. Nr. 1 „LEGEA METROLOGIEI".

Acest Document, care a fost publicat de OIML pentru a fi utilizat ca ghid de către Statele preocupate să elaboreze legi naţionale de metrologie, constituie rezultatul experienţei acumulate în numeroase ţări ale lumii în domeniul metrologiei şi exprimă esenţa reglementărilor privitoare la organizarea şi desfăşurarea acestei activităţi, fără de care sînt de neconceput progresul şi civilizaţia.

Legile de bază ale metrologiei adoptate în diverse State reflectă, în cea mai mare măsură, ca spirit şi concepţie generală, ideile din Legea model a OIML, la a cărei elaborare au contribuit specialişti ai domeniului din diferite ţări, inclusiv din România.

Publicarea textului Legii metrologiei — Document Internaţional al OIML, în vederea informării cititorilor revistei „Calitate, fiabilitate, metrologie", este deosebit de oportună, acum, cînd, urmare a Revoluţiei populare din Decembrie 1989, are loc lărgirea deschiderii economiei României faţă de piaţa mondială, reconsiderarea principiilor şi structurii întregului mecanism economic pe plan naţional, ceea ce implică, totodată, mutaţii adecvate în organizarea şi desfăşurarea activităţii de metrologie, inclusiv reactualizarea Legii metrologiei nr. 27/1978 a ţării noastre.

Documentul Internaţional CIML 1975 D.I. Nr. 1 „LEGEA METROLOGIEI" este prezentat, în cadrul acestui număr al revistei „Calitate, fiabilitate, metrologie", aşa cum a fost elaborat de BIML, în calitate de secretariat-raportor al OIML, în prima ediţie din anul 1975.

Sînt prezentate, în acelaşi timp, înainte de redarea acestui Document, aşa cum au fost elaborate de BIML ***, Nota cu privire la Documentele Internaţionale ale OIML, precum şi Expunerea de motive la Documentul Internaţional „LEGEA METROLOGIEI".

*G.I.*

* * *

## Nota BIML
## cu privire la „Documentele Internaţionale ale Organizaţiei Internaţionale de Metrologie Legală

Documentul „Politica de lucru a OIML", ale cărui principii au fost adoptate de cea de-a IV-a Conferinţă Internaţională de Metrologie Legală în 1972, menţionează posibilităţile Organizaţiei de a publica documente internaţionale destinate să favorizeze uniformizarea reglementărilor ştiinţifice şi tehnice naţionale de bază referitoare la metrologie şi susceptibile să contribuie la dezvoltarea într-ajutorării statelor în vederea instituirii, organizării sau extinderii Organelor lor naţionale de metrologie.

Aceste documente nu vor avea caracterul rigid al Recomandărilor internaţionale (adică, în particular, dispoziţiile Articolului VIII al Convenţiei, prin care ţările membre „îşi iau angajamentul moral de a pune aceste decizii în aplicare în orice măsură a posibilului", nu se aplică).

Cea de-a 14-a reuniune a Comitetului Internaţional de Metrologie Legală a adoptat o rezoluţie (CIML, 1974—IV, P.D.L.) în care este stabilită procedura de urmat pentru adoptarea unor asemenea documente, denumite din acest moment „Documente Internaţionale ale Comitetului Internaţional de Metrologie Legală".

Documentul „Legea Metrologiei "este primul document Internaţional care a primit aprobarea Comitetului.

Octombrie 1975

*

## Expunerea de motive a BIML cu privire la LEGEA METROLOGIEI

O lege naţională referitoare la metrologie trebuie:

— pe de-o parte, să faciliteze dezvoltarea cunoştinţelor ştiinţifice şi tehnice, şi, de asemenea, progresul economiei naţionale prin promovarea uniformizării unităţilor de măsură şi a etaloanelor naţionale, precum şi prin modernizarea măsurărilor şi a mijloacelor de măsurare şi îmbunătăţirea exactităţii acestora;

---

* Organisation International de Métrologie Légale

** Comité Internationale de Métrologie Légale/Comitetul Internaţional de Metrologie Legală

*** Bureau Internationale de Métrologie Légale

— pe de altă parte, să protejeze cetățenii contra efectelor nocive ale măsurărilor inexacte sau false.

Pe această bază, controalele metrologice de stat vor putea fi aplicate:

— mijloacele de măsurare utilizate ca etaloane pentru verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare uzuale;

— mijloacele de măsurare utilizate în domeniul sănătății publice și al securității tehnice;

— operațiunilor comerciale, poștale, fiscale;

— expertizelor judiciare.

Un sistem internațional uniform de metrologie legală va facilita și favoriza comerțul internațional; de aceea, legea și reglementările ulterioare pentru punerea în practică a acesteia ar trebui să țină seama de Recomandările Conferinței Generale de Măsuri și Greutăți și ale Organizației Internaționale de Metrologie Legală, aplicîndu-le în măsura posibilului pe plan național.

Prescripțiile acestora vor fi puse progresiv în aplicare, în raport cu necesitățile tehnice ale țărilor și cu posibilitățile Organelor lor naționale de metrologie însărcinate să le facă a fi respectate.

# LEGEA METROLOGIEI *

## CAPITOLUL I

UNITĂȚI DE MĂSURĂ LEGALE

### Articolul 1 — Sistemul legal de unități de măsură

Singurele unități de măsură legale sînt cele ale „Sistemului internațional de unități" adoptat de Conferința Generală de Măsuri și Greutăți și recomandate de Oragnizația Internațională de Metrologie Legală, sub rezerva dispozițiilor Articolului 2 de mai jos.

Utilizarea lor este obligatorie pe întregul teritoriu al Statului. **

Aceste unități de măsură și multiplii și submultiplii lor zecimali înainte de a fi utilizate vor fi definite prin unul sau mai multe decrete de punere în aplicare a prezentei legi.

### Articolul 2 — Unități de măsură din afara sistemului legal

Decretul sau decretele prevăzute la Articolul 1 vor putea autoriza utilizarea unor unități de măsură derivate necuprinse în Sistemul internațional *** și ale mărimilor sau coeficienților fără dimensiuni fizice **** care vor fi considerate indispensabile pentru anumite măsurări.

Aceste unități de măsură din afara sistemului legal trebuie, totuși, să fie racordate la cele ale Sistemului internațional.

* CIML 1975 D.I. Nr 1

** sau, mai bine, Statul poate enumera utilizările pentru care unitățile de măsură legale sînt obligatorii

*** de exemplu: carat metric, litru, bar, tonă

**** de exemplu: grad alcoolmetric, procent de zahăr, unitate de duritate

## CAPITOLUL II

REPREZENTAREA FIZICĂ A UNITĂȚILOR DE MĂSURĂ

### Articolul 3 — Etaloane

Vor fi create:

un etalon național al metrului, un etalon național al kilogramului.

În funcție de necesități și de posibilitățile tehnice, vor fi create și alte etaloane naționale sau metode etalon.

Aceste etaloane vor fi depuse, conservate și întreținute potrivit dispozițiilor prevăzute în fiecare țară.

## CAPITOLUL III

UTILIZAREA UNITĂȚILOR DE MĂSURĂ

### Articolul 4 — Generalități

Unitățile de măsură legale vor fi utilizate, pentru toate măsurările prevăzute prin lege și prin reglementările de punere în aplicare a acesteia (sau conform exigențelor legislației naționale *.

## CAPITOLUL IV

MIJLOACE DE MĂSURARE

### Articolul 5 — Generalități

Mijloacele de măsurare utilizate pentru măsurarea mărimilor fizice, sau a rapoartelor sau funcțiilor acestor mărimi, ale căror unități de măsură sînt fixate prin lege și prin reglementările de punere în aplicare a sa, vor trebui să dea rezultatele măsurărilor exprimate în unități de măsură legale.

### Articolul 6 — Calitățile mijloacelor de măsurare

Mijloacele de măsurare supuse prin legislația națională verificării metrologice obligatorii trebuie să satisfacă condițiile de funcționare și precizie prescrise pentru modelele de mijloace de măsurare noi, mijloacele de măsurare reparate sau modificate și mijloacele de măsurare în uz.

* de exemplu:

— unități de măsură utilizate pentru toate tranzacțiile care implică direct sau indirect măsurări;

— unități de măsură utilizate pentru conservarea rezultatelor scrise ale măsurărilor în documente ce se prezintă în instanțe judecătorești, acte de notariat, baremuri, caiete de sarcini;

— unități de măsură utilizate în oferte de prețuri, anunțuri, publicitate.

## CAPITOLUL V

CONTROALELE METROLOGICE ALE MIJLOACELOR DE MĂSURARE

### Articolul 7 — Supunerea la controale metrologice

Mijloacele de măsurare utilizate sau destinate a fi utilizate pentru anumite măsurări ** prevăzute de legislația națională de metrologie sau de alte legi sînt supuse obligatoriu controalelor metrologice de stat.

Nu pot fi utilizate decît mijloace de măsurare care au trecut cu succes pe acelea din controalele metrologice enumerate mai jos, care au fost prescrise de Stat.

### Articolul 8 — Categorii de controale metrologice

În conformitate cu modalitățile care vor fi prescrise de Organul național de metrologie legală, controalele metrologice de stat pot cuprinde *** .

— aprobarea de model;

— verificarea metrologică inițială;

— verificarea metrologică după reparare sau modificare;

— verificarea metrologică periodică;

— supravegherea utilizării mijloacelor de măsurare

### Articolul 9 — Exceptări de la controalele metrologice

Legislația națională de metrologie va putea excepta definitiv sau provizoriu anumite mijloace de măsurare de la toate sau de la o parte dintre controalele metrologice prevăzute (Articolul 7) *.

### Articolul 10 — Mărcile de control metrologic și caracterul legal al mijloacelor de măsurare

Mijloacele de măsurare care au trecut cu succes controalele metrologice enumerate mai sus vor avea aplicate pe ele mărci distinctive pentru aceste controale, sau vor fi însoțite de certificate corespunzătoare și vor avea, astfel, caracterul de „mijloace de măsurare legale". Ele vor putea, atunci, să fie utilizate pentru destinațiile lor.

Mijloacele de măsurare care nu au trecut cu succes aceste controale metrologice vor avea aplicate pe ele marca de respingere și vor trebui modificate, reparate sau scoase din uz. În cazuri de infracțiune ele pot fi confiscate.

Organul național de metrologie va fixa caracteristicile acestor mărci.

Este ilegală deținerea sau utilizarea, în vederea unor tranzacții prevăzute de legislația națională, a unui mijloc de măsurare defect sau care nu poartă marca de control metrologic (sau verificare metrologică) de stat.

Numai persoanele special autorizate în acest scop pot aplica mărci metrologice de stat pe mijloacele de măsurare.

## CAPITOLUL VI

CONTROALELE METROLOGICE ALE MĂSURĂRILOR

### Articolul 11 — Supunerea anumitor măsurări controalelor metrologice

Măsurările efectuate cu ocazia unor tranzacții pot fi supuse controalelor metrologice de stat ** (conform legislației naționale).

Decrete sau reglementări de punere în aplicare a legii vor putea defini măsurările supuse acestoror controale metrologice și modalitățile controalelor respective.

### Articolul 12 — Modalități de măsurare

Modalitățile de măsurare a unor mărimi și ale caracteristicilor anumitor produse sau ale anumitor mărfuri vor putea fi reglementate *.

Organul național de metrologie legală va fixa măsurările reglementate și va stabili reglementări corespunzătoare.

## CAPITOLUL VII

CONTROALELE METROLOGICE ALE CANTITĂȚILOR DE PRODUSE ȘI ALE PREAMBALAJELOR

### Articolul 13 — Controale metrologice ale cantităților de produse și ale preambalajelor eliberate sau expuse spre vînzare

În cadrul oricărei tranzacții care comportă livrarea unei cantități determinate de produse sau pentru orice expoziție cu vînzare care

---

** de exemplu:

— mijloace de măsurare utilizate ca etaloane pentru verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare uzuale;

— anumite mijloace de măsurare specifice utilizate în domeniul sănătății publice și al securității tehnice;

— mijloace de măsurare utilizate pentru operații comerciale, fiscale sau poștale;

— mijloace de măsurare utilizate pentru expertize judiciare

*** în cadrul controalelor metrologice pot fi utilizate, uneori, proceduri simplificate, de exemplu în cazul fabricației automate în cantitate mare:

— controlul metrologic prin eșantionare;

— aprobarea mărcii fabricantului.

* exemplu: „atunci cînd eforturile tehnice de întreprins pentru ca aceste mijloace de măsurare să satisfacă cerințelor impuse pentru verificarea metrologică nu vor fi în proporție rezonabilă cu importanța economică a mijloacelor de măsurare dintr-un sector de activitate considerat"

** exemple: tranzacții comerciale, fixarea salariilor prin evaluarea lucrărilor efectuate, anumite expertize judiciare.

* exemplu: conținut de zahăr, masa la hectolitru de cereale, grad alcoolmetric, volumic sau masic

comportă indicarea sau etichetarea unei cantităţi determinate de produse, cantităţile respective de produse sînt supuse controalelor metrologice de stat **.

**Articolul 14 — Modalităţi de controale metrologice şi cerinţe**

Modalităţile de efectuare a controalelor metrologice, condiţiile metrologice pe care trebuie să le satisfacă cantităţile de produse şi preambalajele, toleranţele sau variaţiile acestor cantităţi vor fi fixate prin reglementări de punere în aplicare a prezentei legi.

**Articolul 15 — Infracţiuni**

Este în infracţiune la dispoziţiile prezentei legi orice persoană fizică sau juridică, care, vînzînd sau propunînd spre vînzare, cumpărînd sau propunînd spre cumpărare orice marfă care se cîntăreşte sau se estimează prin orice altă măsurare sau prin numărare, eliberează sau face să se elibereze o cantitate care nu satisface reglementările conform Articolul 14.

## CAPITOLUL VIII

FABRICAREA-REPARAREA-VÎNZAREA MIJLOACELOR DE MĂSURARE

**Articolul 16 — Autorizare**

Persoanele fizice sau juridice care importă, fabrică, repară, vînd, închiriază, în mod curent, anumite mijloace de măsurare determinate prin decret trebuie să-şi facă cunoscută activitatea lor organului naţional de metrologie şi să se înregistreze la acesta.

## CAPITOLUL IX

OBLIGAŢIILE PERSOANELOR FIZICE ŞI JURIDICE

**Articolul 17 — Supunerea mijloacelor de măsurare la controale metrologice**

Persoanele fizice sau juridice, care utilizează sau deţin mijloace de măsurare pentru tranzacţii prevăzute în legislaţia naţională de metrologie, sînt obligate să supună controalelor metrologice mijloacele de măsurare pe care le utilizează, sau pe care le deţin.

Persoanele fizice sau juridice, care importă, fabrică, repară, vînd, închiriază, în mod curent, anumite mijloace de măsurare stabilite prin decret şi destinate utilizărilor prevăzute de legislaţia naţională de metrologie, sînt obligate să supună controalelor metrologice mijloacele sau instalaţiile de măsurare care fac obiectul activităţii lor.

**Articolul 18 — Modalităţi de supunere a mijloacelor de măsurare la controale metrologice**

Un decret adoptat de Administraţia căreia îi este subordonat organul naţional de metrologie va prezenta modalităţile de supunere a mijloacelor de măsurare controalelor metrologice.

## CAPITOLUL X

ORGANUL NAŢIONAL DE METROLOGIE

**Articolul 19 — Instituirea organului naţional de metrologie**

Se instituie un organ naţional de metrologie însărcinat cu aplicarea prezentei legi.

**Articolul 20 — Componenţa şi atribuţiile organului naţional de metrologie**

Organul naţional de metrologie va putea cuprinde :

*A* — o Comisie permanentă, ştiinţifică, tehnică şi juridică, a cărei componenţă va fi fixată prin decizia Administraţiei căreia îi este subordonat Organul naţional de metrologie şi care este însărcinată să consilieze Administraţia, în tot ceea ce priveşte problemele de metrologie, şi, de asemenea, Organul de metrologie legală.

*B* — un Organ de metrologie legală, ştiinţifică, tehnică, juridică şi administrativă, a cărui compoziţie va fi fixată printr-o reglementare adoptată de Administraţia căreia îi este subordonat acesta, după ce se va obţine avizul altor Administraţii interesate.

*C* — Organe de control metrologic locale sau departamentale *

Organul de metrologie legală, ajutat, dacă este cazul, de Comisia permanentă şi de Organele de control metrologic sau departamentale va fi însărcinat :

1. să asigure execuţia, menţinerea şi conservarea etaloanelor primare şi secundare, conform unităţilor de măsură legale ;

2. să asigure aplicarea reglementărilor de metrologie legală elaborate în conformitate cu prezenta lege ;

3. să elaboreze prescripţii tehnice relative la mijloacele de măsurare supuse controalelor metrologice de stat ;

** exemple :
— controlul exactităţii cantităţilor de produse cîntărite şi vîndute pe piaţă (pîine, carne)
— controlul etichetării şi al afişării cantităţilor de produse preambalate (produse alimentare, de întreţinere şi curăţare).
— standardizarea seriilor de cantităţi admise pentru anumite produse de larg consum (unt, zahăr, lapte...).

* de exemplu : centre de verificări metrologice în întreprinderi

4. să efectueze încercări metrologice ale modelelor de mijloace de măsurare;

5. să asigure execuţia şi etalonarea mijloacelor de măsurare etalon şi de verificare metrologică;

6. să efectueze verificările metrologice şi supravegherea utilizării mijloacelor de măsurare;

7. să efectueze expertize metrologice sau să desfăşoare, la cerere, prestaţii în domeniul măsurărilor;

8. să stabilească şi să aplice reglementări asupra măsurării caracteristicilor unor produse sau mărfuri şi asupra etichetării acestora;

9. să participe la învăţămîntul general de metrologie legală şi să asigure formarea personalului său în domeniul metrologiei;

10. să asigure legăturile cu instituţii naţionale avînd scopuri conexe;

11. să reprezinte organismele de metrologie în instituţii internaţionale de metrologie

**Articolul 21 — Personalul Organului naţional de metrologie**

Un director şi colaboratori ştiinţifici, tehnici juridici şi de execuţie, care vor fi necesari pentru realizarea sarcinilor Organului naţional de metrologie, vor fi numiţi.

Pentru executarea anumitor sarcini determinate, Organul naţional de metrologie va putea face apel la personalul altor Administraţii de stat, în baza înţelegerii cu acestea, sau la personalul unor Instituţii private.

## CAPITOLUL XI

AUTORITATEA ORGANULUI DE METROLOGIE LEGALĂ

**Articolul 22 — Libertatea de acces**

Agenţii Organului de metrologie legală, autorizaţi şi avînd asupra lor legitimaţii de autorizare în exerciţiul funcţiilor lor şi pentru exercitarea acestora, au întreaga libertate de acces în toate instituţiile industriale sau locale, sau în vehicule comerciale în care se găsesc, sau în care se crede că se găsesc, instalate sau deţinute, mijloace de măsurare destinate măsurărilor menţionate în Articolul 7 (în conformitate cu dispoziţiile fiecărei ţări).

**Articolul 23 — Domenii private**

Reglementări adoptate de Administraţia căreia îi este subordonat Organul naţional de metrologie legală, în acord cu alte Administraţii interesate, vor putea autoriza, în anumite circumstanţe specificate, Agenţii Organului de metrologie legală să pătrundă pentru exercitarea funcţiilor lor în anumte zone dintr-un domeniu privat în care sînt instalate, sau se

## LISTA DOCUMENTELOR INTERNAŢIONALE ADOPTATE DE ORGANIZAŢIA INTERNAŢIONALĂ DE METROLOGIE LEGALĂ (OIML)

| Nr. crt. | Denumirea |
|---|---|
| 1. | Legea metrologiei |
| 2. | Unităţi de măsură legale |
| 3. | Calificarea legală a mijloacelor de măsurare |
| 4. | Condiţii de instalare şi de stocare a contoarelor de apă rece |
| 5. | Principii de întocmire a schemelor de ierarhizare a mijloacelor de măsurare |
| 6. | Documentaţie pentru etaloane şi instalaţii de etalonare |
| 7. | Evaluarea etaloanelor debitmetrice şi a instalaţiilor utilizate pentru încercarea contoarelor de apă |
| 8. | Principii privind alegerea, recunoaşterea oficială, utilizarea şi conservarea etaloanelor |
| 9. | Principiile supravegherii metrologice |
| 10. | Recomandări pentru determinarea intervalelor de reetalonare a instalaţiilor de măsurare utilizate în laboratoarele de încercări |
| 11. | Cerinţe generale pentru aparatele de măsurat electronice |
| 12. | Domenii de utilizare a mijloacelor de măsurare supuse verificării metrologice |
| 13. | Recomandări pentru convenţii bi sau multilaterale de recunoaştere a rezultatelor încercărilor, aprobărilor de model şi verificărilor metrologice |
| 14. | Formarea personalului în metrologia legală — Calificare, programe de studiu |
| 15. | Principii de selecţie a caracteristicilor de examinat ale mijloacelor de măsurare uzuale |
| 16. | Principii de asigurare a controlului metrologic |
| 17. | Schema de ierarhizare a mijloacelor de măsurare a vîscozităţii lichidelor |
| 18. | Principii generale de utilizare în măsurări a mostrelor etalon certificate |
| 19. | Încercarea şi aprobarea de model |
| 20. | Verificările metrologice iniţiale şi periodice ale mijloacelor şi proceselor de măsurare. |

*NOTĂ* — Publicaţiile de mai sus pot fi consultate la Institutul Naţional de Metrologie Bucureşti, Sos. Vitan Bîrzeşti 11, Sectorul 4, telefon: 34.35.20. *G.I.*

apreciază că sînt instalate, mijloace de măsurare * deținute în vederea anumitor utilizări sau pentru anumite scopuri fixate prin prezenta lege.

## CAPITOLUL XII

SUBORDONAREA ORGANULUI NAȚIONAL DE METROLOGIE

### Articolul 24 — Administrația de subordonare

Organul național de metrologie va fi subordonat Administrației...
(Propunere : Consiliul de Miniștri
Primul ministru)

## CAPITOLUL XIII

DISPOZIȚIUNI FINANCIARE

### Articolul 25 — Taxe

Operațiunile metrologice efectuate de Organul național de metrologie legală vor putea să conducă la perceperea de taxe pentru serviciile efectuate **. O reglementare financiară va fixa procedurile de urmat, operațiile metrologice taxabile și nivelul acestor taxe ***

* exemple : contoare de energie electrică, de apă, de gaz

** cu excepția, însă, a „supravegherii" efectuate în scopul de a se asigura punerea cu eficiență în vigoare a legislației.

*** este de dorit, în cel mai înalt grad, ca taxele percepute să fie disponibile pentru dezvoltarea Organului de metrologie legală.

## CAPITOLUL XIV

INFRACȚIUNI

### Articolul 26

Infracțiunile la dispozițiile legii și reglementările de punere a acesteia înaplica re vor fi urmărite conform procedurilor judiciare aplicate în fiecare țară ****.

## CAPITOLUL XV

DISPOZIȚIUNI TRANZITORII

### Articolul 27 — Progresivitatea punerii în aplicare

Administrația căreia îi este subordonat Organul național de metrologie va decide, de acord cu alte Administrații interesate și pe baza avizului Organului național de metrologie, punerea în aplicare progresivă a dispozițiilor prezentei legi, în ceea ce privește supunerea eșalonată a diverselor categorii de mijloace de măsurare controalelor metrologice legale, sau aplicarea progresivă a sa în întregul teritoriu.

*G.I.*

**** se recomandă, mai cu seamă, ca legea să asigure apărarea acuzaților în cazul infracțiunilor comise fără intenție.

# Pregătirea specialiştilor în domeniul asigurii şi controlului calităţii produselor

*SORIN CIUREA* şi CONSTANTIN MILITARU***

Perioada actuală are semnificaţii deosebite în sensul că, pe de o parte, se impune refacerea unei economii grav bolnave, în care există în fabricaţie multe produse şi tehnologii aflate sub parametrii calitativi şi de competitivitate ai pieţii externe şi, pe de altă parte, că dispunem de resurse limitate pe care trebuie să le utilizăm cît mai eficient. Aceste resurse — pe lîngă cele imediat definibile : materii prime, materiale, energie, resurse financiare, dotare tehnică — cuprind şi capacitatea profesională a specialiştilor pentru a asigura redresarea tehnologică şi economică a întreprinderilor şi institutelor.

În state puternic industrializate, în numeroase cazuri, exigenţele contactului nemijlocit cu piaţa au generat o conştiinţă unanimă a personalului pentru calitate, începînd de la muncitor pînă la conducerea întreprinderii, produsele,tehnologiile şi serviciile necorespunzătoare autoexcluzîndu-se.

Preocupările pentru formarea personalului, de însuşire a problemelor fundamentale ale calităţii sînt determinante, deoarece calitatea unui produs sau a unei tehnologii este rezultatul practic al întregului ciclu de execuţie, începînd cu definirea soluţiei constructive, continuînd cu fabricaţia propriu-zisă şi controlul tuturor fazelor şi etapelor acesteia pînă la urmărirea produselor în serviciu, la beneficiari. În acest context şi în ţara noastră trebuie să întreprindem măsuri cît mai devreme pentru ca actualul personal, cît şi cel în formare (pe băncile şcolilor de diverse grade), să fie în măsură să înţeleagă şi să acţioneze pentru definirea problematicii asigurării şi controlului calităţii. Sînt avute în vedere, diferenţiate de la caz la caz, în funcţie de specificul întreprinderii aspecte ale definirii pe diverse niveluri a politicii de calitate, organizării şi funcţionării sistemului de asigurare a calităţii, aplicării metodelor moderne de control de calitate ş.a. Subliniem interferenţa strînsă a aspectelor tehnico-tehnologice cu cele economice-organizatorice şi de conducere. Sacrificarea caracterului profund sistemic, pe considerentul unei specializări înguste, neglijînd aspectele tehnice în defavoarea celor economice şi organizatorice sau invers, pe cele economice în detrimentul celor tehnico-tehnologice,compromite pregătirea specialiştilor.

În cadrul Institutului Politehnic Bucureşti, Facultatea TCM, în colaborare cu catedra de Management industrial s-au iniţiat două cursuri de „Ingineria calităţii în construcţia de maşini" : primul, cu *caracter facultativ*, pentru studenţii facultăţilor cu profil mecanic (TCM, Mecanică, Mecanică Agricolă, Aeronave, Transporturi), cel de-al doilea, cu *caracter postuniversitar*.

*Primul curs*, cel facultativ. pentru ingineri zi, este structurat pe două semestre (7 şi 8) a 2 ore şi 0,5 ore lucrări practice/săptămînă ; după terminare se prevede o practică de două săptămîni în compartimente de asigurare a calităţii şi CTC din întreprinderi constructoare de maşini. Absolvirea sa se face prin promovarea a cîte două verificări pe parcurs, în fiecare semestru şi prin prezentarea unei lucrări cu caracter tehnico-aplicativ (temă de casă). Conţinutul acestei lucrări poate fi dezvoltat, în unele cazuri, în cadrul proiectelor de an şi de diplomă. Structura cursului conţine următoarele secţiuni : *a*) elemente teoretice de fundamentare a calităţii, cu un accent pe problematica fiabilităţii ; *b*) sistemul de asigurare a calităţii ; *c*) organizarea controlului tehnic de calitate ; *d*) economia calităţii. Sînt prevăzute 9 lucrări aplicative. Absolvenţii cursului primesc o diplomă de „specialişti în asigurarea calităţii şi fiabilităţii produselor". Cursul a debutat în actualul semestru 8, al anului IV şi pentru actuala serie de studenţi va continua în anul universitar 1990/1991. Interesul manifestat de studenţii Facultăţii de TCM este deosebit.

Cursul postuniversitar este structurat în trei module a 10 zile fiecare, cu scoaterea din producţie a candidaţilor. Absolvirea se face pe baza unui examen şi a unei lucrări de diplomă cu caracter aplicativ concret în unitatea din care face parte cursantul. Tematica lucrării de diplomă se stabileşte de comun acord cu conducerea unităţii respective.

Modulele prelegerilor cursului se referă la : *a*) Fiabilitatea şi controlul calităţii produselor, conţinînd în principal : prelucrarea statistică a informaţiilor referitoare la calitatea produselor ; metode statistice de analiză şi control pe fluxul de fabricaţie ; fiabilitatea, mentenabilita-

* Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate

** Institutul Politehnic Bucureşti

tea și disponibilitatea produselor; particularizări ale asigurării fiabilității și durabilității produselor în construcția de mașini; *b*) Organizarea asigurării calității produselor și a CTC, cuprinzînd: principalele activități de studiere a cerințelor pieții; determinarea și studiul nivelului tehnic; sistemul de asigurare a calității; elemente privind sistemul informațional al asigurării calității; particularități privind proiectarea organizării; *c*) Tehnologii și dispozitive de control al calității, cu referire la: proiectarea tehnologiilor de control, proiectarea dispozitivelor de control; metodologia de alegere a mijloacelor de măsurare; tendințe referitoare la tehnologiile și dispozitivele de control.

Se prevede un fond total de 180 ore, din care: 100 ore cum și 80 ore pentru 17 lucrări practice. Cursul este destinat pentru inginerii economiști din întreprinderi, institute de cercetare științifică ,specialiști din rețeaua teritorială pentru controlul calității.

Pentru a-i conferi întreg sprijinul necesar, mai ales în perioada de început, din partea Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate vor participa o serie de cadre de conducere, specialiști cu experiență pentru prezentarea unor prelegeri și la susținerea lucrărilor finale.

Împreună cu Ministerul Învățămîntului se fac formule pentru înscrierea în cadrul normativ în vigoare, de extindere și la alte centre universitare, și la alte profiluri, în afară de cel mecanic. Pînă cînd vor exista condiții obiective prezentării întregului material al cursului în cele mai bune condiții, se recomandă colaborarea unor cadre didactice de formație tehnică și economică cu specialiști din întreprinderi și instituții. Considerăm că începînd cu anul universitar 1991/1992 cursurile respective vor putea funcționa în bune condiții și eficiența lor să se reflecte în calitatea produselor și a proceselor tehnologice.

## MANIFESTĂRI ȘTIINȚIFICE ORGANIZATE DE IMEKO (CONFEDERAȚIA INTERNAȚIONALĂ DE MĂSURĂRI)

| Anul | Data și locul | Titlul și obiectul | Comitetul tehnic IMEKO organizator | Organizația responsabilă |
|---|---|---|---|---|
| 1990 | 8—9 May Heidelberg DEU | 8-th Symposium on Hardness Testing | TC 5 | VDI/VDE-Ges. für Mess- und Automat. Düsseldorf/DEU |
| 1990 | June Kaunas SUN | Workshop on Computer Eng. in Measurement | (TC 1) | NTO PRIBORPROM Moscow/SUN |
| 1990 | 6—8 June Calgary CAN | 2-nd International Flow Measurement Symposium | (TC 9) | North American Fluid Flow Measurement Council |
| 1990 | 23—25 June Houston | First Int. Symposium on Measurement in Robotics | TC 17 | ISA/USA |
| 1990 | 20—24 August Copenhagen, Lyngby DNK | 9-th Int. Conference on Experimental Mechanics | (TC 15) | Society for Experimental Mechanics; The Danisch Society for Measurement Copenhagen/DNK |

| Anul | Data și locul | Titlul și obiectul | Comitetul tehnic IMEKO organizator | Organizația responsabilă |
|---|---|---|---|---|
| 1990 | 29—31 August Sopron HUN | 6-th Conference on Measurement in Clinical Medicine | TC 13 | MATE Budapest/HUN |
| 1990 | September Vienna | Workshop on Fibre Optic and Multidimensional Sensors | TC 2 | ÖVE—ÖIAV Fachgruppe Messtechnik WienjAUT |
| 1990 | 17—19 Sept. Helsinki FIN | 7-th Symposium on Technical Diagnostics | TC 10 | Finnish Society of Automatic Control Helsinki/FIN |
| 1990 | 17—21 Sept. Helsinki FIN | 4-th Symposium on Thermal and Temp. Measurement TEMPMEKO 90 | TC 12 | Finnish Society of Automatic Control Helsinki/FIN |
| 1990 | 19—21 Sept. Balatonfüred HUN | 2-nd Workshop on Meas. and Inspection in Industry by Computer Aided Laser Metrology | TC 14 | MATE Budapest/HUN |
| 1990 | 24—27 Sept. Karlsruhe DEU | 7-th Symposium on Knowledge Based Measurement | TC 1<br>TC 7 | VDI/VDE Ges. für Mess- und Automatisierungstechnik Düsseldorf/ Düsseldorf/DEU |
| 1990 | September München DEM | 9-th Int. Colloqium Education in Measurement and Instrumentation | TC 1 | see above |
| 1990 | September Zagreb YUG | 5-th Seminar on Electronic Weighing | TC 11 | Institute for Developping Countries Zagreb/YUG |
| 1990 | Septembre 18—20 Szeged HUN | 12-th Conference on Weighing Technology | TC 3 | MATE Budapest/HUN |
| 1990 | 15—17 Nov. Varna BGR | 4-th Int. Symp. on Intelligent Measurement of Electrical and Magnetic Quantities | TC 4 | NTS Bulgaria Sofia/BGR |
| 1991 | 2—5 June Warsaw POL | Workshop on Instrumental Problems of Technical Diagnostics | TC 10 | NOT/Poland Warsaw/POL |
| 1991 | after IMEKO XII Congress Kyoto JPN | Post Congress Tour dealing with AI Based Meas. and Control | TC 7 | The Society of Instrument and Control Engineers Tokyo/JPN |
| 1991 | 3—6 Sept. Bratislava CSK | Int. Conference on Diagnostics of Concrete Structures | (TC10) | RILEM and CSVTS Committee of Applied Cybernetics Praha/CSK |
| 1991 | ? Paris ? FRA | Workshop on the New Temperature Scale | TC 12 | AFCET Paris/FRA |
| 1992 | May Hannover DEU | Conference on Measurement in Experimental Stressanalysis | TC 15 | VDI/VDE Düsseldorf/DEU |

| Anul | Data şi locul | Titlul şi obiectul | Comitetul tehnic IMEKO organizator | Organizaţia responsabilă |
|---|---|---|---|---|
| 1992 | May/June<br>Tampere<br>FIN | 4-th Int. Symp. on Metrology and QC | TC 14 | Finnish Society of Automatic Control c/o Tampere Univ. |
| 1992 | 16—18 Nov.<br>Tokyo<br>JPN | 2-nd Symp. on Measurement and Control in Robotics | TC 17 | Society of Instr. and Control Eng. Tokyo/JPN |
| 1992 | ?<br>?<br>DDR | 8-th Symposium on Technical Diagnostics | TC 10 | WGMA in der KdT Berlin/DDR |
| 1993 | May<br>Karlovy-Vary<br>CSK | 5-th Temperature and Thermal Measurement, TEMPMEKO 93 | TC 12 | CSVTS Committee of Applied Cybernetics Praha/CSK |

În zilele de 17 — 19 octombrie 1990 va avea loc la Bucureşti al 4-lea SIMPOZION NAŢIONAL DE METROLOGIE, organizat de Institutul Naţional de Metrologie şi Institutul Politehnic Bucureşti.

La simpozion vor fi expuse referate generale ale unor personalităţi invitate, privind probleme actuale ale metrologiei. Autori din ţară sînt invitaţi să prezinte comunicări în legătură cu:

— etaloane;
— reproducerea şi transmiterea unităţilor de măsură;
— teoria măsurării;
— principii şi metode de măsurare;
— construcţia aparatelor de măsurat;
— automatizarea măsurărilor;
— calitatea şi fiabilitatea mijloacelor de măsurare.

Este prevăzută desfăşurarea unor discuţii la masă rotundă, a căror tematică va fi stabilită ţinînd seama de opţiunile participanţilor.

Informaţii privind organizarea simpozionului pot fi obţinute la telefon 34 40 30 / int. 163, 167, 183.

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

**REDACȚIA:**

COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU
STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21, sector 1
București 70 112

Telefon 17 01 60 ; 15 02 00/864
Telex 11 355

**ADMINISTRAȚIA:**

ÎNTREPRINDEREA DE STAT
PENTRU IMPRIMATE ȘI ADMINISTRAREA PUBLICAȚIILOR

Piața Presei Libere, nr. 1 sector 1,
București, 71341
Telefon : 17 77 29, 17 60 10 și 17 60 20
interior 2086 și 2483

★

**COLEGIUL DE REDACȚIE**

**Redactor șef :** dr. ing. Dan Stoichițoiu

Colectiv Secțiunea **Calitate :** ing. Ioan Roman — *redactor responsabil*
ing. Mihai Meiu, ing. Radu Moțoiu, ing. Traian Teodoru

Colectiv Secțiunea **Fiabilitate :** dr. ing. Ioan Bacivarof — *redactor responsabil*, dr. ing. Adrian Mihalache, dr. Viorel Vodă,
fiz. Adalbert Szakáts, dr. ing. Ulrich Wiener

Colectiv Secțiunea **Metrologie :** dr. ing. Aurel Millea, — *redactor responsabil* fiz. Dragoș Boiciuc, ing. Paul Dîrvariu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, ing. Radu Soviani.

**Secretar de redacție :** Viorica Burciu

1991 JUN 0 4

Cererile pentru abonamente vor fi adresate administrației, în contul 645120230 BNR, filiala sector 1. Costul unui abonament anual este 180 lei.

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate a ISIAP, Calea Victoriei 174, cont 64 512 02 30 BNR, filiala sector 1.

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, București, str. 13 Decembrie nr. 3
P.O.B. 136—137 Telex 11226

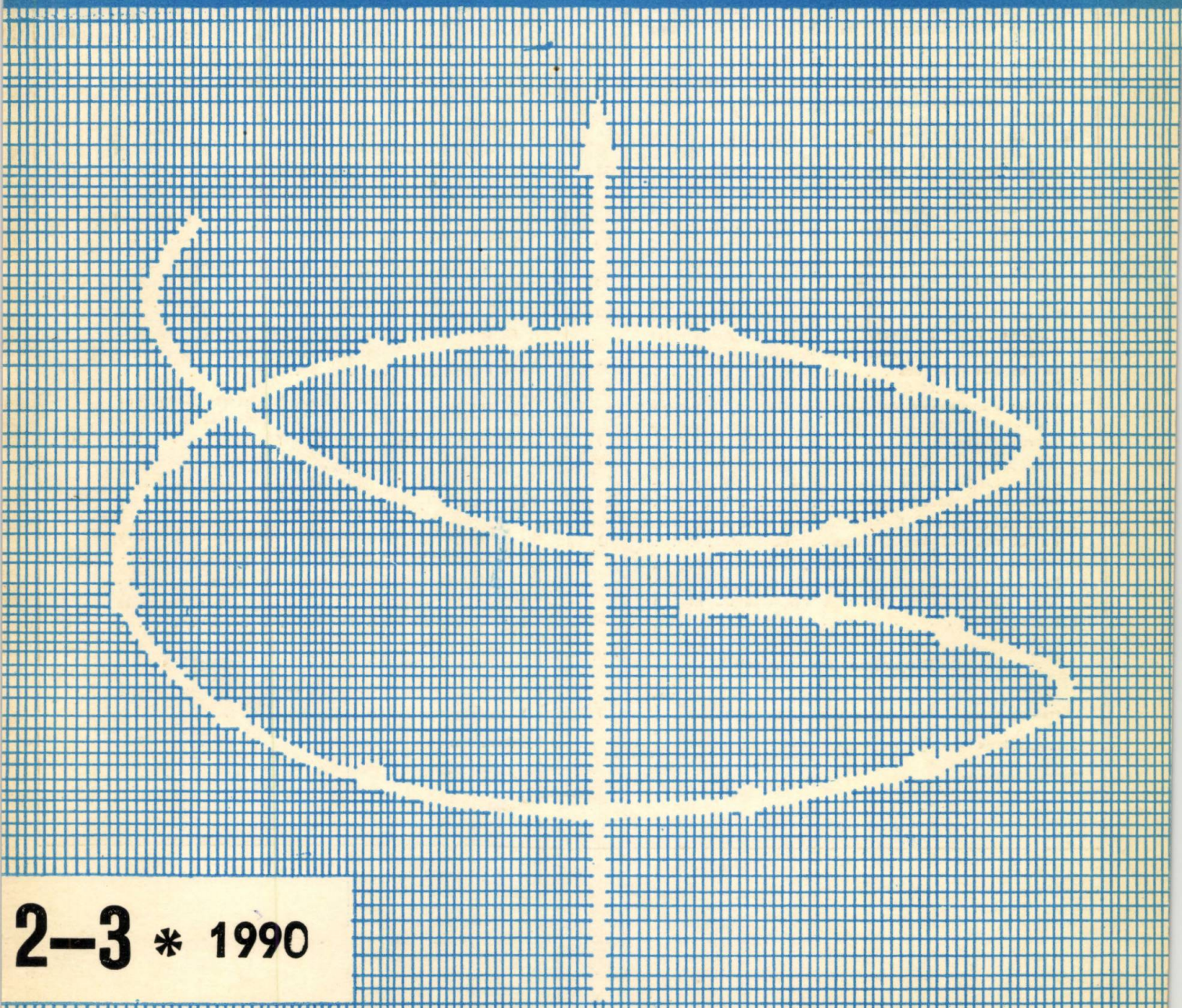
★

c. 2194 — TIPOGRAFIA UNIVERSUL

**Lei 15**

E 8225

# CALITATE FIABILITATE METROLOGIE



2–3 * 1990

# SOMMAIRE

## Numére thématique

## LA FIABILITE DES COMPOSANTES ELECTRONIQUES


*I. C. BACIVAROF* et *M. BÂZU :* La fiabilité des composantes électroniques. Problèmes actuels et perspectives . . . . . 50

*V. M. CĂTUNEANU* et *M. BÂZU :* La qualité des matériaux et la fiabilité des processus. Directions pour assurer la qualité et la fiabilité des dispositifs demi-conducteurs . . . . . 52

*MARIANA CIOBANU* et *D. SDRULLA :* Projeter la fiabilité . . . . . 57

*L. GĂLĂŢEANU* et autres : Vieillissement thermique acceléré des dispositifs demi-conducteurs. Méthode de présentation . . . . . 61

*D. OLTEANU* et autres : Une analyse de la distribution des défauts dans la fabrication des circuits integrés . . . . . 63

*F. GĂISEANU :* Applications de l'analyse statistique dans l'évaluation de la qualité des matériaux et des dispositifs demi-conducteurs sur le flux de fabrication . . . . . 68

*G. VOICU* et *SIMONA PRISECARU :* Le contrast de potentiel. La méthode d'investigation fonctionnel et d'analyse des défauts des circuits integrés . . . 71

*G. VOICULESCU* et autres : Les effets non-désirés de quelques processus technologiques sur la qualité des dépositions de nichel sur les plaquettes de silicium . . . . . 75

*M. UDREA* et autres : Le fonctionnement intermittente — une méthode efficiente d'évaluation de la fiabilité des systèmes de brasage avec des alliages mous . . . . . 78

*I. C. BACIVAROF :* Correlations technologiques — la fiabilité dans le processus de brasage des composantes électroniques . . . . . 80

*EUGENIA HĂLĂGEAN :* Sur le comportement des diodes à avalanche contrôlée dans les conditions de certains facteurs de stress : irradiation par neutrons et rayonnement $\gamma$. . . . . 87

*M. BÂZU* et autres : Évaluation de la fiabilité des circuits integrés au fonctionnement dans les conditions de chaleur humide . . . . . 90

*M. BÂZU* et autres : Estimation rapide de la fiabilité du lot des composantes demi-conducteurs . . . . 92

*V. M. CĂTUNEANU* et *A. N. MIHALACHE :* La fiabilité des composantes électroniques en perspective. Exigences et méthodes avancées au niveau mondial . . . . . 95


**De l'experience des entreprises**


*L. A. DIMA :* Un stand pour déterminer la loi de variation des potentiomètres rotatifs linéaires . . . . 100



**Informations**

**Correspondance**

**Partie oficielle**


# SUMMARY

## Thematical number

## QUALITY OF ELECTRONIC COMPONENTS


*I. C. BACIVAROF* and *M. BÂZU :* Reliability of electronic components. Up to date and perspective problems . . . . . 50

*V. M. CĂTUNEANU* and *M. BÂZU :* Material quality and process reliability. Ways for the assurance of quality and reliability of semiconductor devices . 52

*MARIANA CIOBANU* and *D. SDRULLA :* Design for reliability . . . . . 57

*L. GĂLĂŢEANU* a.o. : Thermal accelerated ageig of semiconductor devices. Design method . . . . . 61

*D. OLTEANU* a.o. : An analysis of the defect distribution in integrated circuit manufacturing . . . . 63

*F. GĂISEANU :* Aplications of the statistical analyst for the quality evaluation of the materials and semiconductor devices on the fabrication line . . . . 68

*G. VOICU* and *SIMONA PRISECARU :* Potential contrast. A functional investigation and integrated circuit failures analysis method . . . . . 71

*Gh. VOICULESCU* a.o. : Unwanted effects of some technological processes on the quality of the nickel depositions on silicon wafers . . . . . 75

*M. UDREA* a.o. : The intermitent operation — an efficient method for the evaluation of the systems with soft alloys . . . . . 78

*I. C. BACIVAROF :* Analysys of the technology — quality corelation in the soldering process of electronic components . . . . . 80

*EUGENIA HĂLĂGEAN* a.o. : About the behaviour of controlled avalanche silicon diodes after gamma and fast neutrons irradiation $\gamma$ . . . . . 87

*M. BÂZU* a.o. : Reliability evaluation of integrated circuits biased at temperature and humidity conditions . . . . . 90

*M. BÂZU* a.o. : Rapid estimation of the lot reliability for semiconductor components . . . . . 92

*V. M. CĂTUNEANU* and *A. N. MIHALACHE :* Electronic component reliability. Requirements and advanced methods . . . . . 95


**From the experience of enterprises**


*L. A. DIMA :* Stand for linear rotative potentiometers variation law determination . . . . . 100



**Information**

**Correspondence**

**Official part**

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

Publicaţie de informare şi dezbatere

tehnico-economică

a

COMISIEI NAŢIONALE PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ŞI CALITATE


## SUMAR

**Număr tematic**

**CALITATEA COMPONENTELOR ELECTRONICE**

Coordonatori: *I. C. Bacivarof* şi *M. Bâzu*


*IOAN C. BACIVAROF* şi *MARIUS BÂZU:* Fiabilitatea componentelor electronice. Probleme actuale şi perspective . . . . . 50

*VASILE M. CĂTUNEANU* şi *MARIUS BÂZU:* Calitatea materialelor şi fiabilitatea proceselor. Direcţii de asigurare a calităţii şi fiabilităţii dispozitivelor semiconductoare . . . . . 52

*MARIANA CIOBANU* şi *DUMITRU SDRULLA:* Proiectare pentru fiabilitate . . . . . 57

*LUCIAN GĂLĂŢEANU* ş.a.: Îmbătrînirea accelerată termic a dispozitivelor semiconductoare. Metoda de prezentare . . . . . 61

*DĂNUŢ OLTEANU* ş.a.: O analiză a distribuţiei defectelor în fabricarea circuitelor integrate . . . . . 63

*FLORIN GĂISEANU:* Aplicaţii ale analizei statistice în evaluarea calităţii materialelor şi dispozitivelor semiconductoare pe fluxul de fabricaţie . . . 68

*GELU VOICU* şi *SIMONA PRISECARU:* Contrastul de potenţial. Metoda de investigare funcţională şi analiză de defecte a circuitelor integrate . . . 71

*GHEORGHE VOICULESCU* ş.a.: Efectele nedorite ale unor procese tehnologice asupra calităţii depunerilor de nichel pe plachetele de siliciu . . . . . 75

*MARIAN UDREA* ş.a.: Funcţionarea intermitentă — metodă eficientă de evaluare a fiabilităţii sistemelor de lipire cu aliaje moi . . . . . 78

*IOAN C. BACIVAROF:* Corelaţii tehnologice — fiabilitate în procesul de lipire al unor componente electronice . . . . . 80

*EUGENIA HĂLĂGEAN* ş.a.: Asupra comportării diodelor cu avalanşă controlată în condiţiile unor factori de stress: iradiere cu neutroni şi iradiere $\gamma$ . 87

*MARIUS BÂZU* ş.a.: Evaluarea fiabilităţii circuitelor integrate la funcţionarea în condiţii de căldură umedă . . . . . 90

*MARIUS BÂZU* ş.a.: Estimarea rapidă a fiabilităţii lotului de componente semiconductoare . . . . . 92

*VASILE CĂTUNEANU* şi *ADRIAN N. MIHALACHE:* Fiabilitatea componentelor electronice în perspectivă. Cerinţe şi metode avansate pe plan mondial. . . . . 95

**Din experienţa întreprinderilor**

*LIVIU ALEXANDRU DIMA:* Stand pentru determinarea legii de variaţie a potenţiometrelor rotative liniare . . . . . 100

**Informaţii**

**Poşta redacţiei**

**Partea oficială**

★


CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE, vol. XXXVI (Serie nouă I), nr. 2-3/1990 p. 49—112

# Fiabilitatea componentelor electronice

## Probleme actuale şi perspective

IOAN C. BACIVAROF* şi MARIUS BÂZU**

Revista „*Calitate, fiabilitate, metrologie*" consacră primul său număr special de fiabilitate problemei fiabilităţii componentelor electronice.

Alegerea nu este întîmplătoare. În primul rînd pentru că — pe plan mondial — cercetările de fiabilitate îşi au originea în domeniul electronicii, iar progresele spectaculoase în domeniul tehnologiilor electronice şi microelectronice au impus apariţia unor tehnici sofisticate, dar în acelaşi timp eficiente, de modelare şi analiză fiabilistică în acest domeniu. Caracterul de pionierat al cercetărilor în domeniul fiabilităţii componentelor electronice este demonstrat şi de faptul că multe dintre metodele de investigare a defectărilor, procedee de selecţie şi rodaj, modele ale comportării acestora în diferite condiţii de solicitare au fost preluate şi/sau adaptate cu succes şi în cazul studiilor de fiabilitate vizînd alte categorii de componente şi subsisteme (electromecanice, mecanice etc.).

În al doilea rînd, componentele electronice reprezintă structurile de bază ale oricărui sistem electronic, elemente de la care trebuie să pornească orice analiză fiabilistică serios fundamentată.

În al treilea rînd, caracterul interdisciplinar al fiabilităţii este deosebit de pregnant în cazul componentelor electronice : orice studiu aprofundat de fiabilitate în acest domeniu presupune activitatea unei echipe cu caracter interdisciplinar, în care problemele de statistică şi probabilităţi se îmbină cu cele de fizica corpului solid, tehnologie microelectronică, chimie, metalurgie ş.a.

Toate acestea vin să confirme că cercetările în domeniul fiabilităţii componentelor electronice reprezintă la ora actuală o avangardă a cercetărilor de fiabilitate, atît prin importantele forţe materiale şi umane implicate, cît şi prin rezultatele obţinute.

În condiţiile lărgirii gamei aplicaţiilor componentelor electronice, cu cerinţe de calitate şi fiabilitate dintre cele mai diverse, asigurarea fiabilităţii componentelor devine o problemă de actualitate, a cărei soluţionare implică corelarea acţiunilor tuturor celor implicaţi în studiul fiabilităţii componentelor, dar şi al echipamentelor electronice — cercetători, proiectanţi, tehnologi, utilizatori.

În acest număr special al revistei „*Calitate, fiabilitate, metrologie*" se încearcă reunirea, în premieră pe plan naţional, a punctelor de vedere ale unor specialişti în domeniu, ca prim pas în direcţia abordării şi soluţionării prin eforturi comune a problemelor legate de fiabilitatea componentelor electronice.

Lucrările selecţionate dovedesc existenţa în ţară a unor preocupări avansate în sfera fiabilităţii componentelor electronice, care — în condiţiile de pînă acum ale marginalizării domeniului fiabilităţii — se datorează, în mod evident, preocupărilor unor entuziaşti care au înţeles înaintea altora, chiar împotriva unor păreri preconcepute, importanţa domeniului pentru realizarea unei industrii competitive.

Prima lucrare cuprinde o trecere în revistă a unor probleme legate de ingineria calităţii şi fiabilităţii materialelor şi proceselor tehnologice, introducîndu-se conceptul de „fiabilitate a procesului tehnologic". Sînt evidenţiate, în principal pe baza analizei lucrărilor prezentate în cadrul Conferinţei anuale de semiconductoare (CAS) din perioada 1983—1989, preocupările existente pe plan naţional în acest domeniu.

În continuare, numărul special al revistei „*Calitate, fiabilitate, metrologie*" este structurat astfel încît să evidenţieze principalele direcţii de acţiune în vederea implementării calităţii şi fiabilităţii componentelor electronice : proiectare fiabilă, controlul materialelor/proceselor tehnologice, metodele de investigare funcţională şi analiza defectărilor componentelor electronice, evaluarea nivelului de fiabilitate şi studiul influenţei ambianţei (solicitări termice mecanice, iradiere, etc.), asupra fiabilităţii componentelor electronice ş.a.

Subliniindu-se că în cadrul sistemelor moderne de asigurare a calităţii şi fiabilităţii se dezvoltă şi funcţia specializată de controlul proiectelor sînt evidenţiate unele probleme specifice ale proiectării pentru fiabilitate în cazul dispozitivelor semiconductoare. Abordarea fiabilistică a problemelor de proiectare de proces/dispozitiv se traduce prin identificarea unor reguli/procedee de proiectare fiabilă, care să asigure atingerea unui anumit obiectiv în con-

* Institutul Politehnic Bucureşti
** Institutul de Cercetări pentru Componente Electronice

diţiile unor restricţii tehnice, economice sau de altă natură impuse.

În continuare este prezentată o metodă de proiectare a încercărilor de selecţie prin îmbătrînire accelerată a componentelor. Metoda permite predeterminarea efectului unor încercări de selecţie atît în ceea ce priveşte nivelul de fiabilitate cît şi procentajul de supravieţuitori.

Sînt evidenţiate două aspecte ale controlului statistic al materialelor/proceselor tehnologice în realizarea dispozitivelor semiconductoare şi anume analiza distribuţiei spaţiale şi temporale a defectelor ce determină variaţiile randamentelor de fabricaţie a circuitelor integrate, respectiv evaluarea calităţii materialelor la sudarea structurilor pe ambază. Se evidenţiază utilitatea metodelor statistice pentru evaluarea calităţii pe fluxul de fabricaţie, ca punct de plecare pentru optimizarea unor procese şi tehnologii de fabricaţie.

Din multitudinea metodelor de analiză microfizică cu ajutorul cărora se stabilesc şi sînt investigate mecanismele de defectare ale componentelor electronice, sînt prezentate în cele ce urmează utilizarea microscopiei electronice cu baleiaj (pentru investigarea funcţională a circuitelor integrate (SI) precum şi spectroscopiei de reîmprăştiere Rutherford.

Sînt evidenţiate unele rezultate de interes practic privind corelaţia între tehnologia de lipire şi fiabilitatea componentelor electronice, pe această bază devenind posibilă o proiectare optimală a procesului tehnologic de lipire.

Mai multe lucrări prezintă problema evaluării fiabilităţii componentelor electronice în condiţiile unor solicitări de mediu deosebite cum sînt : căldura umedă, funcţionare intermitentă, iradierea cu neutroni şi radiaţii gama.

De asemenea, este indicată o metodă ce permite controlul continuu (lor de lot) al fiabilităţii componentelor electronice bazată pe încercări accelerate.

În final este prezentată experienţa în domeniul fiabilităţii componentelor a unor cunoscute companii americane, precum şi particularităţi ale programului de fiabilitate RM 2000, iniţiat de către Forţele Aeriene ale SUA.

Credem că lucrările incluse în acest număr al revistei reuşesc să evidenţieze faptul că procesul de asigurare şi creştere a fiabilităţii este un proces iterativ, care presupune acţiuni concertate şi abordări fundamentate corespunzător — în care nu are ce căuta empirismul — în toate stadiile de viaţă ale unei componente electronice, începînd cu etapa de cercetare-proiectare şi terminînd cu cea de testare şi utilizare.

Competitivitatea unei producţii de componente electronice — şi în primul rînd a celei de dispozitive semiconductoare — este condiţionată şi de o activitate de cercetare sistematică în domeniul fiabilităţii acestora, ale cărei premise principale sînt :

a) asigurarea unei pregătiri sistematice în domeniul fiabilităţii în învăţămîntul tehnic superior prin includerea în planurile de învăţămînt universitar/postuniversitar a unor discipline adecvate ca structură şi număr de ore;

*b*) asigurarea unei dotări corespunzătoare a laboratoarelor de fiabilitate din institutele de cercetare şi învăţămînt superior şi din întreprinderile de specialitate, atît în ceea ce priveşte utilajele pentru efectuarea încercărilor de fiabilitate, cît şi echipamentele complexe care să permită efectuarea unor investigaţii microfizice şi electrice aprofundate (cum sînt microscopia electronică de baleiaj (SEM) sau de transmisie (TEM); spectroscopie electronică de tip Auger (AES) etc.

În încheiere, dorim să mulţumim tuturor colegilor din Centrul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Componente Electronice, Întreprinderii de Piese Radio şi Semiconductori Băneasa şi Întreprinderii Microelectronica şi facultăţii de Electronică şi Telecomunicaţii din Institutul Politehnic Bucureşti, care prin calitatea lucrărilor propuse şi sprijinul acordat în recenzarea acestora, au făcut posibilă realizarea acestui număr special.

# Calitatea materialelor şi fiabilitatea proceselor — direcţii de asigurare a calităţii şi fiabilităţii dispozitivelor semiconductoare

VASILE M. CĂTUNEANU* şi MARIUS BÂZU**

**REZUMAT**

Sînt prezentate implicaţiile calităţii materialelor şi ale fiabilităţii proceselor asupra fiabilităţii dispozitivelor semiconductoare. Se trec în revistă principalele metode de analiză a calităţii materialelor, cu precizarea disponibilităţii în România. Fiabilitatea proceselor este tratată cu metodele controlului statistic al proceselor. În final, se prezintă şi problemele de testare a dispozitivului precum şi fiabilitatea factorului uman.

**Abstract**

The implications of the material quality and process reliability on the semiconductor device reliability are presented. A review of the main analysis method for the material quality is given, indicating the disponibility in Romania. The process reliability is treated with statistical process control methods. Finally, the problem of the devices testing and human factor reliability are presented.

**Résumé**

On présente les implications de la qualité des matériaux et de la fiabilité des processus sur la fiabilité des dispositifs semiconducteurs. On passe en revue les méthodes principaux d'analyse de la qualité des matériaux, en précisant la disponibilité en Roumanie. On traite la fiabilité des procès avec les méthodes du contrôle statistique. En final on présente aussi les problèmes du dispositif de la fiabilité du facteur humain.

## 1. Introducere

Cerinţele actuale privind creşterea competitivităţii produselor electronice româneşti pe piaţa mondială s-au transmis în industria de semiconductoare prin conştientizarea importanţei asigurării calităţii şi fiabilităţii componentelor electronice active. Dintr-o problemă oarecum periferică, studiată de un grup restrîns de specialişti, calitatea a devenit, în prezent, un subiect la ordinea zilei. În cazul dispozitivelor semiconductoare, calitatea şi fiabilitatea sînt determinate de proiectare, materiale şi procese, deci în rezolvarea acestor probleme sînt implicaţi, în primul rînd, proiectanţii şi tehnologii de produs [1].

Prin proiectare în vederea asigurării calităţii şi fiabilităţii se înţelege stabilirea structurii dispozitivului şi a parametrilor de material şi proces care asigură funcţionarea dispozitivului în condiţii precizate, pentru o perioadă de timp stabilită. În această idee, un dispozitiv corect proiectat are asigurat un nivel corespunzător de fiabilitate atîta timp cît se respectă specificaţiile şi instrucţiunile stabilite prin proiectare, cu privire la calitatea materialelor de fabricaţie, precum şi cu privire la condiţiile de utilizare şi exploatare. Proiectarea în vederea asigurării unui nivel de fiabilitate presupune respectarea anumitor reguli stabilite pe baza unor cercetări minuţioase, reguli care se referă, în cazul dispozitivelor semiconductoare, la: toleranţe ale topografiei, grosimi optime plachetă/metalizare/pasivare, densităţi maxime de curent în trasee metalice, diametre minime ale firelor de conexiune [2]. Este deci important ca proiectanţii de dispozitive/procese să ţină cont de fiabilitatea produselor încă de la fazele de proiect şi model experimental, urmînd ca la faza de prototip să evalueze deja nivelul de fiabilitate al noului produs.

Materialele şi procesele pot interveni ca factori perturbatori în atingerea nivelului de fiabilitate proiectat pentru dispozitivele semiconductoare. Apare, astfel, necesitatea ţinerii calităţii şi fiabilităţii materialelor şi proceselor sub un control permanent. Această acţiune aparţine sferei problemelor de „inginerie a calităţii şi fiabilităţii materialelor şi proceselor". În continuare vom identifica unele din cele mai importante probleme de ingineria calităţii materialelor şi proceselor, propunînd căi de acţiune în vederea asigurării calităţii şi fiabilităţii dispozitivelor semiconductoare.

## 2. Calitatea materialelor

În fabricaţia de dispozitive semiconductoare, principalele materiale utilizate sînt: plachetele semiconductoare, chimicalele, materialele pentru

* Institutul Politehnic Bucureşti
** Institutul de Cercetări pentru Componente Electronice

fabricarea structurilor, pentru fotogravură (măști) și pentru montaj (ambaze, capace). Inspecția materialelor cuprinde 3 categorii de proceduri : inspecție vizuală, inspecție dimensională și măsurarea parametrilor de material. În tabelul 1 sînt prezentați parametrii de material care sînt inspectați în cazul plachetelor semiconductoare și al capsulelor, în vederea asigurării calității lotului de dispozitive.

*Tabelul 1*

**Parametrii de material inspectați pentru asigurarea calității lotului de dispozitive semiconductoare**

| | Parametri electrici | Parametri fizici |
|---|---|---|
| plachete de siliciu | — timp de viață, rezistivitate | grosime, orientare, planeitate, diametru |
| capsule | rezistența terminalelor, capacitatea terminalelor, curentul de pierderi | dimensiunile capsulei, grosimea acoperirilor |

Asigurarea fiabilității dispozitivelor semiconductoare impune cerințe suplimentare de calitate a materialelor, care se traduc prin două elemente noi :

— caracterizarea cît mai completă a materialelor, cu utilizarea celor mai avansate metode de analiză ;

— elaborarea unor specificații realiste pentru materiale, specificații date direct de performanțele pe care trebuie să le atingă dispozitivele.

Primul element va fi exemplificat prin prezentarea în tabelul 2 a parametrilor de material care trebuie măsurați în cazul plachetelor semiconductoare. Din comparația cu tabelul 1 se remarcă numărul mai mare de parametri de material măsurați, fapt explicabil prin apariția factorului timp în asigurarea fiabilității : apar parametri suplimentari de material, care nu afectează calitatea dispozitivului, dar pot avea efecte asupra evoluției în timp a performanțelor acestuia. Tot în tabelul 2 sînt menționate disponibilitățile în țară privind metodele de analiză prezentate. Ca soluție de realizare a unei caracterizări cît mai complete a plachetelor semiconductoare se prefigurează colaborarea între colectivele cuprinse în coloana 3.

Cerințele privind calitatea și fiabilitatea dispozitivelor semiconductoare se traduc prin specificații realiste pentru materialele utilizate, în măsura în care se cunosc implicațiile modificării valorilor unor parametri de material asupra fiabilității dispozitivelor. O practică ce trebuie respinsă este cea a impunerii unor cerințe acoperitoare pentru materiale, superioare necesităților reale, cerințe care de multe ori nu pot fi îndeplinite de către furnizorii de materiale.

*Tabelul 2*

**Parametrii de material inspectați pentru asigurarea fiabilității lotului de dispozitive semiconductoare**

| Parametrul | Metoda de analiză | Disponibilitatea în țară |
|---|---|---|
| calitatea suprafeței | — microscopie optică | IPRS, CCSII-CE, μE[3] |
| | — microscopie electronică de baleiaj | μE, CCSII-CE, IPRS [4] |
| | — împrăștierea radiației laser | CCSII-CE [5] |
| | — holografie dinamică | CCSII-CE |
| metrologia suprafeței | — microscopie optică | IPRS, CCSII-CE,μE |
| | — măsurarea planeității cu interferomerul | CCSII-CE[5] |
| | — profilometru cu laser | CCSII-CE [5] |
| | — elipsometrie în infraroșu | CCSII-CE [5] |
| topografia de volum | — microscopie electronică de baleiaj | μE, CCSII-CE, IPRS [6] |
| | — raze X | CCSII-CE [7] |
| | — microscopie electronică prin transmisie | CCSII-CE [8] |
| rezistivitatea | — cu contact (2—4 sonde) | IPRS, CCSII-CE,μE |
| | — fără contact (metoda capacitivă) | CCSII-CE [5] |
| timpul de viață al purtătorilor minoritari | — fotoconductivă | CCSII-CE [5] |
| | — MOS | IPRS, μE,CCSII-CE [9] |
| centrii de generare recombinare | —spectroscopia de nivele adînci (DLTS) | CCSII-CE [10] |
| profilele de impurități | — C—V | IPRS, CCSII-CE, μE |
| | — spectroscopia de masă cu ioni secundari (SIMS) | ]11] |
| conținutul de carbon | — activarea cu neutroni | CCSII-CE, IPRS [12] |
| | — spectroscopia în infraroșu | IPRS, CCSII-CE, ICPMS [13] |
| | — spectroscopia electronică tip Auger | |

În cazul plachetelor semiconductoare s-au realizat corelări între calitatea materialului și fiabilitatea dispozitivelor. Se știe, astfel, că placheta trebuie să aibe o planeitate mai bună de 1 μm pe cm². Nerespectarea acestei cerințe conduce la necesitatea evitării dezalinierilor prin introducerea unor gărzi mai mari ale măștilor, dar cu sacrificarea unor performanțe ale dispozitivului. Defectele cristalografice influențează în mod direct performanțele electrice ale dispozitivelor. S-a reușit chiar stabilirea unei corespondențe între o dislocație și un defect electric [14], prin utilizarea combinată a unor

tehnici de analiză : prin decorarea anodică s-a pus în evidenţă zona de emitor în care apare un canal rezistiv emitor-colector (vizualizat, în prealabil, pe caracterograf), apoi prin analize la microscopul electronic de baleiaj s-a putut corela dimensiunea defectului de suprafaţă cu valoarea măsurată a curentului invers colector-emitor. În fine, la microscopul electronic prin transmisie s-a pus în evidenţă defectul de volum (dislocaţia) la care s-a produs difuzia preferenţială ce a provocat canalul emitor-colector. Astfel de analize complexe au condus la elaborarea unor specificaţii realiste pentru numărul maxim de defecte cristalografice admise pe placheta semiconductoare. S-au întocmit, de asemenea, specificaţii de materiale cu cerinţe prin care se evită apariţia unor mecanisme de defectare intens studiate, cum este de pildă electromigrarea [15].

Chimicalele prezintă trei caracteristici care sînt importante : compoziţia, concentraţia şi contaminarea (cu precizarea că la unele chimicale există şi caracteristici speciale, de ex. vîscozitatea, în cazul fotorezistului). Metodele de analiză utilizate sînt cromatografice şi spectroscopice. Ca şi în cazul plachetelor semiconductoare, este important să se identifice implicaţiile unei calităţi necorespunzătoare asupra fiabilităţii dispozitivelor (aşa numitele „reliability hazards"). S-a stabilit că existenţa unor contaminanţi în chimicale poate conduce la apariţia unor ioni mobili în oxid, a unor ioni corozivi în materialul plastic de încapsulare sau a unor goluri în acoperirile metalice ale terminalelor. Deci specificaţiile pentru chimicale trebuie să ţină cont de aceste aspecte.

Pe plan mondial, firma care a dezvoltat cea mai avansată concepţie de abordare a problemei materialelor este INTEL, care a promovat în anul 1982 VQIP (Vendor Quality Improvement Program), un program de îmbunătăţire a calităţii la furnizori. În primii 5 ani de aplicare a acestui program s-a realizat o reducere a ratei de defecte la recepţie de la 10...15% la 0,2%, precum şi o reducere a ratei de respingere a loturilor de materiale, de la 20% la 2% [16]. O idee importantă a VQIP este adaptarea continuă a specificaţiilor de materiale, în funcţie de acumularea datelor de fiabilitate a dispozitivelor şi de progresele intervenite în cunoaşterea relaţiilor dintre calitatea materialelor şi fiabilitatea dispozitivelor semiconductoare.

### 3. Fiabilitatea proceselor

Fiabilitatea dispozitivelor semiconductoare depinde de modul în care se desfăşoară procesul de fabricaţie. Intervin mai mulţi factori care pot influenţa fiabilitatea produsului : procesul propriu-zis, fluidele, mediul tehnologic şi utilajele folosite. Din punctul de vedere al asigurării calităţii şi fiabilităţii se urmăreşte realizarea stabilităţii procesului [17], pe baza urmăririi modului în care evoluează **în timp** calitatea procesului. Se poate, deci, vorbi despre o fiabilitate a procesului, care se ţine sub control prin acţiuni de ingineria proceselor.

În cazul dispozitivelor semiconductoare, numărul mare de produse obţinute simultan, numărul mare de variabile de proces, precum şi numărul mare de procese care compun fluxul de fabricaţie impun utilizarea metodelor statistice (aşa numitul SPC — Statistical Process Control). Primul obiectiv al SPC este atingerea stării de „stabilitate statistică" a procesului, după care se acţionează pentru menţinerea în continuare a acestei stări. Printre metodele de prelucrare statistică a datelor trebuie amintite : histogramele, diagramele Shmoo (care scot în evidenţă relaţiile dintre doi parametri sub forma unui „nor" de puncte), graficele de control (în care se reprezintă evoluţia în timp a mediei şi a dispersiei unui parametru, fig. 2), diagramele Pareto (repartizarea pe diferite cauze a defectelor, fig. 3), hărţi ale plachetelor. Aplicarea metodelor statistice se bazează pe utilizarea intensivă a calculatorului.

Ţinerea sub observaţie (control permanent) a unui proces presupune urmărirea mai multor parametri : regimurile de lucru ale echipamentelor (profilele de temperatură ale cuptoarelor de difuzie/oxidare, viteza de introducere/scoatere a plachetelor din cuptor, forţa de apăsare la echipamente de sudură cipuri etc.), respectiv parametrii fizici de dispozitiv (adîncimi de joncţiuni, grosimi de straturi de materializare/pasivare, profile de dopare etc.). În prezenta lucrare ne interesează în special legătura dintre aceste variabile de proces şi calitatea/fiabilitatea dispozitivelor obţinute. În cazul sticlelor de pasivare, un element important îl reprezintă conţinutul de fosfor, urmărit cu grafice ca cel din fig. 2. De acest parametru depind proprietăţile sticlei de gheterare a atomilor de metale grele, îmbunătăţind timpul de viaţă al purtătorilor minoritari, deci performanţele dispozitivelor. Metalizarea cu aur pe spatele plachetei asigură sudura corectă a structurii pe ambază. Legătura directă dintre grosimea stratului de aur şi fiabilitatea dispozitivelor este evidentă din fig. 1, în care s-a reprezentat variaţia în timp a grosimii medii a stratului de aur (pentru un lot de dispozitive), împreună cu procentajul de defecte de fiabilitate apărute.

Calitatea fluidelor tehnologice reprezintă un factor important de care trebuie să se ţină cont în asigurarea calităţii şi fiabilităţii dispozitivelor semiconductoare. Impurificarea apei deionizate cu microbi şi materiale organice conduce la depunerea acestora pe structură în cursul diferitelor spălări, cu implicaţii nedorite privind fiabilitatea dispozitivelor. De aceea, în

apa deionizată se dizolvă ozon, care oxidează microbii şi materialele organice, fiind apoi îndepărtat din apă prin iradiere cu raze ultraviolete [18].

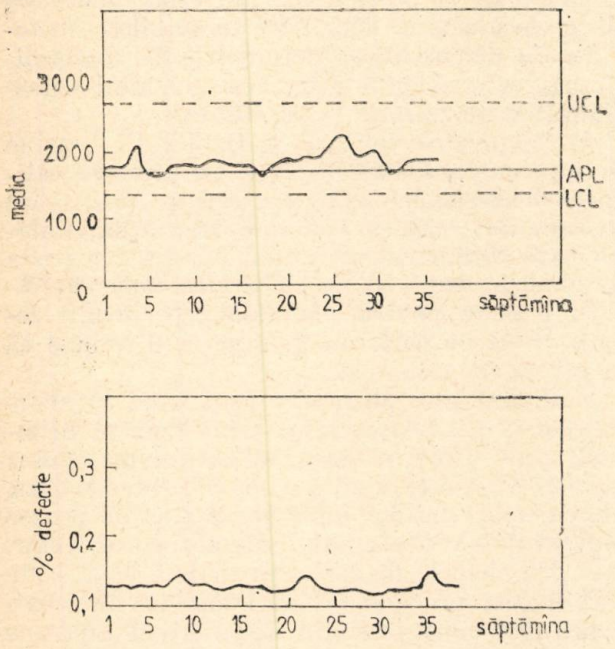



Fig. 1

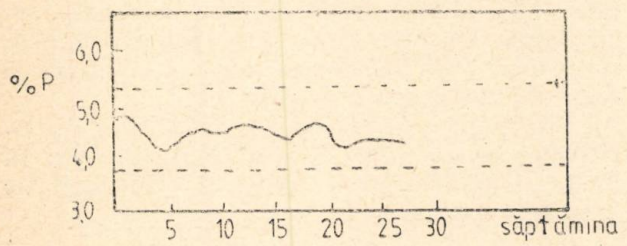



Fig. 2

Pentru tehnologia semiconductoarelor se consideră că mediul tehnologic trebuie să conţină cît mai puţine particule de praf, care reprezintă riscuri deosebite de fiabilitate dacă se depun pe suprafaţa plachetei în timpul procesării dispozitivului. În prezent [19], pentru dispozitivele semiconductoare cu dimensiuni minime de 0,5 μm se impune eliminarea particulelor de praf mai mari de 0,01 μm.

Pentru aceasta se folosesc filtre din membrane polimerice sau materiale anorganice. O altă cale de a minimiza efectul particulelor de praf este antistatizarea suprafeţei plachetelor, astfel, încît particulele de praf să nu mai fie atrase pe suprafaţa plachetei, realizîndu-se şi o reducere a defectărilor apărute prin descărcare electrostatică (*ESD*) [20].

## 4. Testarea semifabricatului

Pe parcursul fluxului tehnologic, materialul semiconductor cumulează atît probleme de calitatea materialelor, cît şi de fiabilitatea proceselor. Aceste probleme sînt evidenţiate la nivelul testării semifabricatului (aşa cum poate fi considerat dispozitivul pe fluxul tehnologic), apărînd următoarele elemente principale : testarea pe plachetă/finală, structurile test, încercările de tip/fiabilitate şi testele de valoare a fiabilităţii.

Testarea pe plachetă şi testarea finală trebuie să urmărească problema randamentelor la diferite operaţii, cît şi evoluţia în timp (de la un lot la altul) a acestor randamente şi a unor parametri electrici ai dispozitivelor [21]). De asemenea, prin urmărirea prin metode statistice a modificării parametrilor electrici ai dispozitivelor de la o variantă tehnologică la alta se poate optimiza procesul tehnologic [22]. În acelaşi timp, utilizarea unor metode statistice (de ex. diagrama Pareto) permite identificarea ponderii diferitelor mecanisme de defectare (fig. 3).

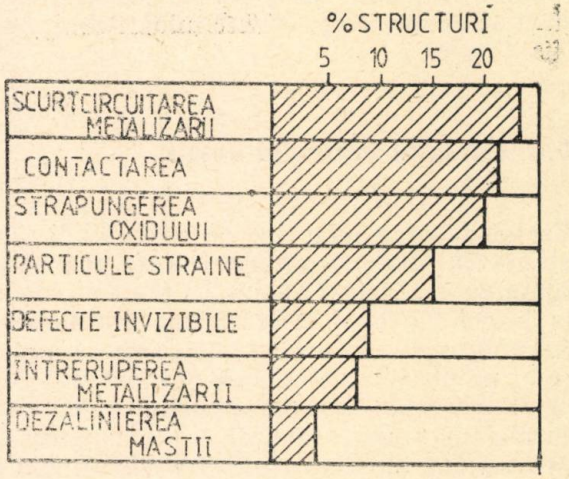



Fig. 3

Creşterea continuă a complexităţii circuitelor integrate face din ce în ce mai dificilă obţinerea prin testare a unor parametri electrici de dispozitiv care să fie direct legaţi de parametrii de proces [23]. A apărut, astfel, o mare varietate de structuri test, fiecare dintre ele referindu-se la o anumită operaţie tehnologică : structuri test pentru tehnologia NMOS [24], pentru tehnologia bipolară [25], pentru tehnologia CMOS [26], pentru contactul metal-semiconductor [27]. Structurile test sînt procesate odată cu dispozitivul, în aceleaşi condiţii tehnologice şi asigură accesul direct pentru testarea elementelor de circuit (diode, tranzistoare, capacitoare).

Fiabilitatea dispozitivelor semiconductoare este testată — în actualul sistem de lucru — prin încercări de tip (cu o periodicitate de 6 luni) şi prin încercări de fiabilitate (cu o periodicitate de 2 ani). În ultima perioadă de timp, încercările de fiabilitate se bazează din ce în ce mai mult pe utilizarea încercărilor accelerate.

Este vorba despre încercări efectuate la un nivel de solicitare mai mare decît cel utilizat în exploatare, dar fără să introducă alte mecanisme de defectare decît cele caracteristice funcţionării normale. Analiza statistică trebuie să fie precedată de analiza defectelor, astfel încît prelucrarea datelor să se facă separat pentru fiecare mecanism de defectare în parte. Direcţia de dezvoltare a încercărilor de fiabilitate o reprezintă elaborarea la fiecare furnizor de dispozitive semiconductoare a unui sistem de estimare rapidă a fiabilităţii, care să aibă la bază încercări accelerate, aplicabile lot de lot şi care să fie încercări de monitorizare din punct de vedere al fiabilităţii. Principalul efect al implementării unui astfel de sistem îl reprezintă faptul că fiabilitatea devine un parametru de lot. Un exemplu de încercare monitor de fiabilitate îl reprezintă amprenta de fiabilitate *AF* [28], prin care se compară fiabilitatea unui lot cu fiabilitatea unui lot anterior, de referinţă, pentru care s-au efectuat determinări complexe de fiabilitate.

## 5. Fiabilitatea factorului uman

Factorul uman intervine ca o variabilă importantă în toate aspectele tratate mai sus. Asigurarea calităţii şi fiabilităţii pune probleme complexe referitoare la pregătirea şi utilizarea factorului uman. În primul rînd, aria de implicare în problemele de calitate şi fiabilitate trebuie să crească. Sarcini importante în acest domeniu revin proiectanţilor şi tehnologilor de procese şi dispozitive. Aceştia trebuie să fie mai întîi conştientizaţi în ceea ce priveşte implicarea lor în problemele de calitate şi fiabilitate, apoi pregătiţi şi, în fine, utilizaţi în mod optim la rezolvarea acestor probleme specifice. De fapt, calitatea şi fiabilitatea trebuie să devină preocupări ale întregii „firme" producătoare de dispozitive semiconductoare, adică să se ajungă la aşa numitul „control total al calităţii". Un alt element important îl reprezintă identificarea relaţiilor între erorile umane apărute în procesul de producţie/control şi calitatea/fiabilitatea dispozitivelor, care trebuie să ducă, prin acţiuni corective, la optimizarea procesului de producţie. În fine, mai trebuie amintit un aspect important al implicării factorului uman în activitatea de asigurare a calităţii şi fiabilităţii : o automatizare completă a acestei activităţi nu este posibilă. Existenţa unui număr de momente de decizie, în care se face apel la o gamă variată de informaţii (desigur, prelucrate cu ajutorul calculatorului), face absolut necesară prezenţa factorului uman.

## 6. Concluzii

*a.* Calitatea şi fiabilitatea dispozitivelor semiconductoare se proiectează, în sensul că la faza de proiect a unui dispozitiv se stabilesc structura de dispozitiv şi parametrii de material/proces care asigură atingerea nivelului corespunzător de calitate şi fiabilitate.

*b.* Asigurarea calităţii şi fiabilităţii impune cerinţe suplimentare în ceea ce priveşte calitatea materialelor utilizate, cerinţe referitoare la caracterizarea cît mai completă a materialelor prin utilizarea celor mai avansate metode de analiză, respectiv la elaborarea unor specificaţii realiste pentru materiale, specificaţii legate direct de performanţele pe care trebuie să le atingă dispozitivele.

*c.* Fiabilitatea proceselor (incluzînd în acest capitol şi fluidele, mediul tehnologic şi utilajele) este urmărită prin utilizarea metodelor statistice şi este ţinută sub control pe baza cunoaşterii relaţiilor între parametrii de proces şi nivelul de calitate/fiabilitate al dispozitivelor.

*d.* Problemele de calitatea materialelor şi de fiabilitatea proceselor sînt cumulate în semifabricatul constituit din dispozitivul aflat pe fluxul de fabricaţie şi sînt identificate prin testarea semifabricatului. Pentru asigurarea calităţii şi fiabilităţii trebuie avute în vedere următoarele aspecte : testarea pe plachetă/finală, structurile test, încercările de tip/fiabilitate şi testele de evaluare a fiabilităţii.

*e.* În asigurarea calităţii şi fiabilităţii dispozitivelor semiconductoare trebuie implicaţi în mod obligatoriu proiectanţii şi tehnologii de produs/proces.

*BIBLIOGRAFIE*


[1] *Peattie G.* ş.a. : Proceedings of the IEEE, v. 62, nr. 2, feb. 1974
[2] *Ciobanu, M., Sdrulla, D.* : Calitate, fiabilitate, metrologie, nr. 2—3, 1990, p 57—60
[3] *Chiriţescu V.* ş.a. ; Lucrările CAS 1985, p. 45
[4] *Brezeanu G.* ş.a. : Lucrările CAS 1983, p. 71
[5] Raport de cercetare CCSII-CE, Studiu experimental II, martie 1989
[6] *Prisecaru, S., Gheorghe A.* : Lucrările CAS 1985, p. 299
[7] *Sachelarie D.* ş.a. : Lucrările CAS 1984, p. 155
[8] *Sachelarie M.,* ş.a. : Lucrările CAS 1985, p. 127
[9] *Veron, A.* ş.a. : Lucrările CAS 1983, p. 99
[10] *Sachelarie, D., Zdansky, K.* : Lucrările CAS 1987, p. 471
[11] *Popa, O., Jelea, S.* : Lucrările CAS 1984, p. 131
[12] *Brădeanu A.* ş.a. : Lucrările CAS 1986, p. 386
[13] *Botea M., Blidaru, E.* : Lucrările CAS 1986, p. 383
[14] *Tice, W. K.,* ş.a. : Semiconductor Silicon, 1973
[15] *Sim, J.* : Microelectronics and Reliability, v. 19, nr. 3, 1979
[16] INTEL, Components Quality/Reliability Handbook, 1987

[17] *Buracu, M., Vodă, V. :* Tehnici moderne în controlul statistic al calității, Ed. Tehnică, 1989
[18] *Foster B.* ș.a. : Solid State Technology, v. 2, nr. 10 oct. 1984
[19] *Eisele, K., Klausmann, E. :* Solid State Technology, v. 2, nr. 10, oct. 1984
[20] *Nebel, C., Nezgod, W. :* Solid State Technology, v. 27, nr. 10, oct. 1984
[21] *Olteanu D.* ș.a. : Calitate, fiabilitate, metrologie, nr. 2—3, 1990, p 63—67
[22] *Găiseanu, F. :* Calitate, fiabilitate, metrologie, nr. 2—3, 1990, p 68—71
[23] *Wada, Y.* ș.a. : Microelectronics and Reliability, v. 21, nr. 2, 198f
[24] *Popa, O., Gîngu C. :* Lucrările CAS 1988, p. 245
[25] *Puchianu S.* ș.a. : Lucrările CAS 1988, p. 249
[26] *Gîngu, C. :* Lucrările CAS 1988, p. 241
[27] *Brezeanu, G.* ș.a. : Lucrările CAS 1985, p. 131
[28] *Bâzu, M.* ș.a. : Calitate, fiabilitate, metrologie, nr. 2—3, 1990, p 90—94

# Proiectare pentru fiabilitate

*MARIANA CIOBANU* și *DUMITRU SDRULLA*

**REZUMAT**

Proiectarea este faza în care se stabilește potențialul de fiabilitate al componentei semiconductoare. Sînt prezentate elementele proiectării care asigură fiabilitatea, precum și experiența IPRS în domeniu. Se scoate de asemenea în evidență rolul reproiectării în îmbunătățirea fiabilității.

**Abstract**

The design is the process step in which the reliability potential of the semiconductor component is buildet. The element of the reliability assuring design and the IPRS experience in the field are presented. The role of the re-design in the improvement of the reliability is also underlined.

**Résumé**

L'action de projeter constitue la phase dans laquelle on établie le potentiel de fiabilité de la composante semiconducteur. On présente les éléments du projet qui assure la fiabilité et aussi l'expérience de l'IPRS dans ce domain. On met aussi en évidence le rôle de l'action de reprojeter la fiabilité.

## Introducere

Proiectul stabilește potențialul de fiabilitate inerentă a componentei. Practica a arătat că dispozitivele semiconductoare cu limite neadecvate de proiectare nu pot fi recuperate sub aspectul fiabilității prin intervenții în alte etape ale ciclului de viață, proiectul fiind sursa determinantă a acestui indicator. Elaborarea de proiecte cu un potențial de fiabilitate ridicat reprezintă în prezent o zonă de maxim interes.

## Funcția de controlul proiectelor

Procesul de creștere a fiabilității este un proces iterativ :

— testare (exploatare) ;
— analiza defectelor pentru precizarea ariei cu probleme ;
— acțiuni corective.

Acumularea de cunoștințe în domeniul mecanismelor de defectare și a corelării lor cu factorii de proiectare-procesare a permis elaborarea regulilor de bază ale unei discipline inginerești de graniță : proiectarea pentru fiabilitate. În cadrul sistemelor moderne de asigurare a calității s-a implementat și se dezvoltă o funcție specializată de controlul proiectelor avînd ca obiectiv optimizarea proiectelor în cadrul unor limite rezonabile de preț de cost. Atingerea acestui obiectiv a impus o reorientare simultană a funcțiilor de proiectare și fiabilitate :

— proiectarea își completează tehnicile de lucru cu reguli suplimentare care sintetizează experiența anterioară de creștere a fiabilității;

* Intreprinderea de Piese Radio și Semiconductoare — Băneasa.

| Clasa de componente | Mecanisme de defectare | Moduri de defectare | Reproiectare produs-proces | Ameliorarea înregistrată |
|---|---|---|---|---|
| Tranzistoare de mică putere și foarte înaltă fecvență | Solubilitate Si în Al | Scurtcircuitarea joncț. *EB* | Sistem metalizare multiplu Al—Ti (Fig. 2) | Test : $P_{d\ max}$ —5000h<br>Ani referință : 1982 și 1986<br>Rezultat :<br>*a*) reducerea nr. defectelor catastrofice cu un factor 3.2.<br>*b*) creșterea fiabilității peste nivelul asigurat de licență<br>*c*) îmbunătățirea stabilit. $h_{21\ E}$ |
| | Penetrarea laterală a Al sub $SiO_2$ | Degradarea joncț. *EB* pînă la scurtcircuit. | Pasivarea joncț. *EB* cu oxid pirolitic | |
| | Intreruperea metalizării la trecerea peste pragurile de oxid. | Intreruperea metalizării *E* sau *B* | Reproiectarea lay-out (Fig. 1) | |
| Tranzistoare de înaltă tensiune | Descărcări pe suprafața între metalizare B-inel de gardă. | Scurtcircuit *CB* | Reproiectarea gărzilor (creștere cu 20 μm) | Test : $P_{d\ max}$ — 5000 h<br>*HTRB* — 5000 h<br>Ani referință : 1982 și 1984<br>Rezultat : reducerea nr. defectelor cu un factor 2,8 |
| | Contaminare | Scădere $h_{21E}$ tensiune străpunge | Pasivare Al cu oxid dopat cu P | |
| | Distribuția de potențial la marginea ariei active | Scăderea tensiunii de străpungere | Reproiectarea frontierei structurii :<br>Zona I Si — pasivare Al<br>Zona II Si — plusare — pasivare Al<br>Zona III Si — plusare Al | |
| Tranzistoare de mare putere, comutație și înaltă tensiune | Pasivare incompletă, contaminare la corodări mesa. | Alterarea caracteristicii de blocare la solicitări termice și electrice. Scurtcircuit *CE* | Planarizarea structurilor (înlocuirea tehnologiei MESA cu RESURF) (Fig. 3) | Test : *HTRB*, comutare pe sarcină inductivă.<br>Ani referință : 1984 și 1986<br>Rezultat : reducerea nr. defectelor cu un factor 1,8 |
| Tranzistoare de mică putere și joasă frecvență | Contaminarea oxidului | Scăderi masive $h_{21E}$ | Pasivare $Si_3N_4$ pe oxizi curați crescuți în atmosferă clorurată (Fig. 3) | Test : $T_{j\ max}$ —1000 h<br>Ani referință : 1982 și 1986<br>Rezultat :<br>*a*) Tranzistoare Si capsulă metal Îmbunătățirea stabilității $h_{21E}$ (50%) de la —20% la 0%<br>*b*) Tranzistoare Si capsulă plastic Îmbunătățirea stabilității ($h_{21\ E}$ 50%) de la —33% la —4% |

— fiabilitatea, prin programele de teste monitor accelerate devenite o practică curentă a laboratoarelor de testări, caracterizează rapid performanţele şi identifică proiectele-procesele implicate în degradare.

Cunoştinţele existente în domeniu încep să se asambleze în reguli de proiectare pentru fiabilitate. Documentaţia de certificare-calificare elaborată şi aplicată de mulţi utilizatori conţine o listă cu condiţii de proiectare obligatorii care se extind asupra toleranţelor adecvate ale topografiei, schemelor de interconectare fiabile, grosimilor optime pentru plachetă-metalizare-pasivare, densităţii maxime de curent prin traseele metalice, diametrului minim al firelor de conexiune etc.

În paralel se impun restricţii de materiale sau de procese.

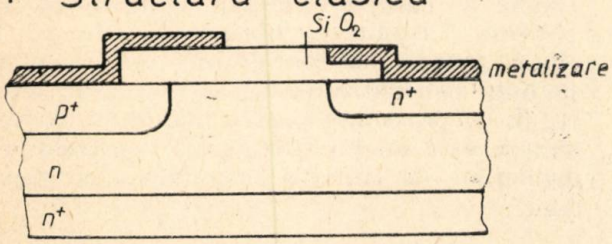
În faza de cercetare, fără să existe finalizări sub forma unor reguli stricte de proiectare se află studii de tipul :

— diminuarea contaminării la încapsularea în răşini prin reducerea ariei de contact structură-material plastic ;

REPROIECTARE LAY - OUT

TRANZISTOARE ÎNALTĂ TENSIUNE

1 - Structura clasică




2 - Structura reproiectată

(Expandarea electrodului echipotenţial peste oxid)

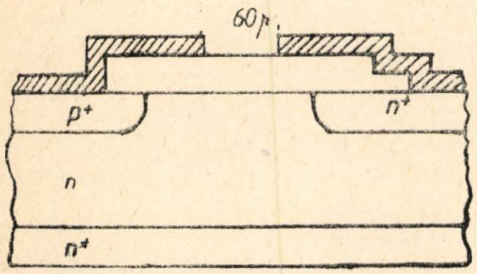
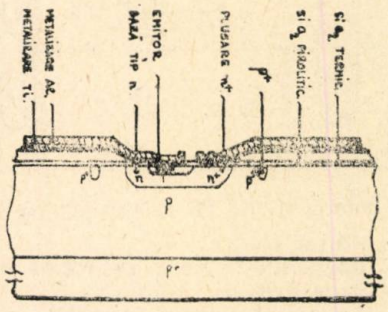



Fig. 1. Reproiectarea tranzistoarelor de înaltă tensiune

TRANZISTOARE PNP UHF

1. DEPUNERI $SiO_2$ CU PANTE LINE

2. SISTEM METALIZARE DUBLĂ (Ti - Al)




3. TRECERI PESTE PRAGURI DE OXID.

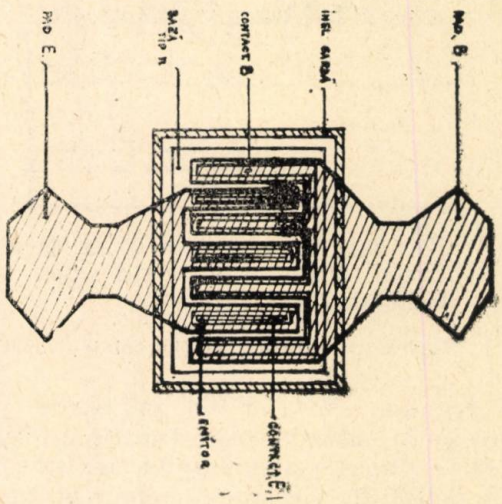


Fig. 2. Metoda tehnologică de îmbunătăţire a fiabilităţi tranzistoarelor PNP de UHF

— reducerea stresului termic de dilatare prin reproiectarea capsulelor plastic ;

— asamblarea fazelor de proces după criterii de compatibilitate ;

PREVENIREA CONTAMINĂRII IONICE

(TRANZISTOARE BCY 58 - 59)

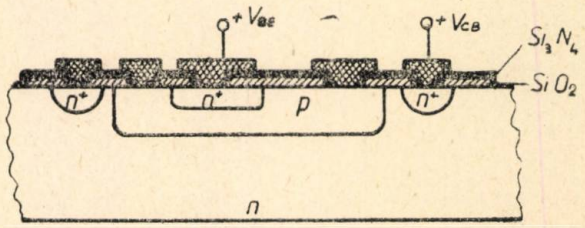



Fig. 3. Metodă de prevenire a contaminării ionice

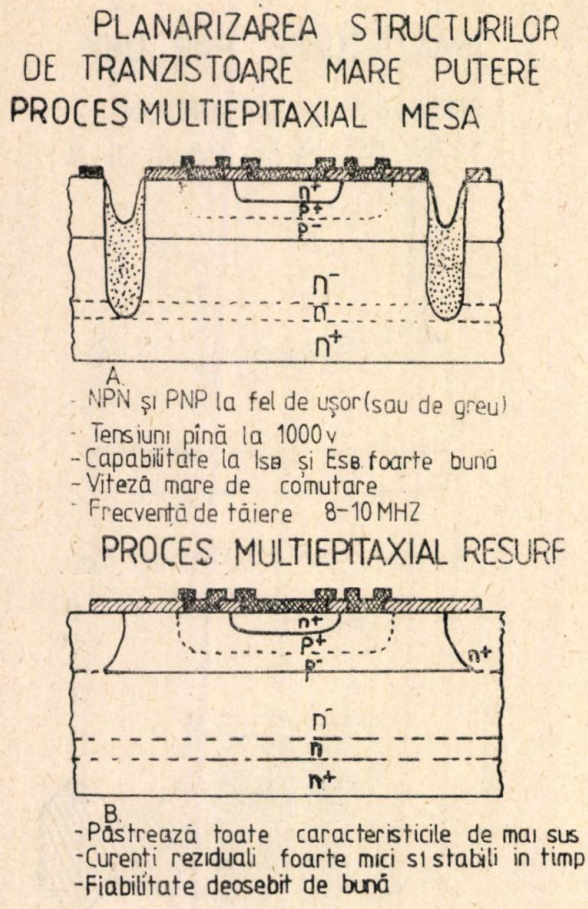



Fig. 4. Planarizarea structu ilor (înlocuirea tehnologiei

— trasarea curbelor de proiectare pentru protecţie la electromigrare funcţie de materialul şi secţiunea conductorului, textura suprafeţei, densitatea de curent, temperatură;

— tabele cu materiale pentru conexiuni, diametre, metalizări şi forţa minimă de smulgere.

## Rezultate

Reproiectarea de componente-procese a reprezentat pentru tranzistoarele cu Si fabricate de IPRS Băneasa instrumentul cu cel mai ridicat potenţial de ameliorare a fiabilităţii. În perioada 1980—1986 reproiectările au contribuit esenţial la reducerea defectelor catastrofice cu un factor de 3,5 iar a celor de stabilitate a parametrilor cu un factor de 2,5 (testul $P_{d\,max}$ — 5000 ore). Eforturile de reproiectare au fost concentrate asupra familiilor care au ridicat probleme de fiabilitate în exploatare şi/sau la testele de laborator. Corecţiile aduse proiectelor-proceselor ca şi rezultatele înregistrate sînt date în tabel.

Aportul specific al inginerilor de calitate la această activitate a constat în punerea la dispoziţia proiectanţilor a unor informaţii referitoare la distribuţia modurilor/mecanismelor de defectare pe tipuri de procese/solicitări, posibilităţile şi limitările tehnologiilor disponibile, procesele de degradare esenţiale şi legile fizice după care evoluează, istoria calităţii.

## Concluzii

Reproiectarea a apărut ca o necesitate şi a constituit, în cele mai multe cazuri, o rezolvare de fond a unor situaţii de criză declanşate la testele de conformitate sau la utilizator. Experienţa şi rezultatele obţinute pe această cale sînt în prezent suficient de consistente pentru a permite sistematizarea lor într-un prim set de reguli de proiectare pentru fiabilitate. Această sinteză este esenţa participării constructive a inginerilor de calitate la optimizarea proiectelor.

# Îmbătrînirea accelerată termic a dispozitivelor semiconductoare. Metoda de proiectare

*LUCIAN GĂLĂŢEANU, MARIUS BÂZU, ANDREI VIEROŞANU**

**REZUMAT**

Se prezintă o metodă originală de proiectare a îmbătrînirii accelerate termic utilizată pentru diminuarea ratei de defectare a lotului de dispozitive şi pentru calificarea echipamentelor la sfîrşitul duratei de viaţă : se analizează eficienţa metodei şi erorile ce decurg din modul de lucru empiric.

**Abstract**

An original method is presented for the design of thermal accelerated ageing used for the diminution of the device lot failure rate and for the equipment qualifying at the end of the life duration. The efficiency of the method and the errors arived from the empirical working mode are also analysed.

**Résumé**

On présente une méthode originale pour projeter le vieillissement thermique accéléré utilisé pour la determination de la rate de défection du lot des dispositifs et aussi pour qualifier les équipements à la fin de la durée de vie : on analyse l'efficience de la méthode et les erreurs causées par le mode de travail empirique.

## Introducere

Se prezintă o metodă nouă, dezvoltată la CCSIT-CE de autori, pentru proiectarea îmbătrînirii accelerate termic *IAT* (funcţionare electrică la temperatură ridicată) a dispozitivelor semiconductoare. Metoda este elaborată pentru cele două utilizări principale ale îmbătrînirii accelerate : diminuarea ratei de defectare $\lambda$ a lotului de componente prin eliminarea populaţiilor din lot cu defectare timpurie (mortalitate infantilă, mecanisme de defectare timpurie, „capricii"), şi verificarea capabilităţii de funcţionare a echipamentelor cu funcţii de siguranţă a centralelor nuclearo-electrice într-o situaţie de accident (seism, LOCA etc.) survenită la sfîrşitul perioadei de viaţă calificată. Pe baza unor exemple se analizează eficienţa metodei şi erorile ce decurg din modul de lucru empiric.

## Proiectarea îmbătrînirii accelerate termic

*Accelerarea cu temperatura a vieţii dispozitivelor semiconductoare*

Mecanismele de defectare ale dispozitivelor semiconductoare sînt determinate de procese fizico-chimice a căror rată de reacţie este dependentă de temperatura joncţiunii $T_j$ prin legea *Arrhenius*. Rezultă, pentru accelerarea cu temperatura a vieţii dispozitivelor semiconductoare, o funcţie exponenţială caracterizată de energia de activare $E_a$ a fiecărui mecanism de defectare *MD* [1].

S-a stabilit experimental procedura de mai jos pentru determinarea $E_a$ şi a curbelor $\lambda(t)$, pentru care se utilizează elemente elaborate anterior, conform referinţelor şi elemente noi, după cum urmează :

*i*) efectuarea *IAT* la stress constant [1], care se continuă pînă la defectarea totală a eşantioanelor ;

*ii*) prelucrarea statistică a datelor se face separat pentru fiecare *MD*, în ipoteza unei distribuţii lognormale a defectărilor, cu $t_m$ şi ca parametri ;

*iii*) determinarea $E_a$ [1], care se efectuează pentru fiecare *MD* ;

*iv*) construirea curbelor $\lambda(t)$ se face prin însumarea curbelor $\lambda_i(t)$ construite pentru fiecare *MD* cu ajutorul diagramelor Goldtwaite [2].

În fig. 1 şi 2 sînt prezentate rezultatele obţinute pentru două tipuri de dispozitive semiconductoare : $T_1$ — tranzistor *PNP* de mică putere şi $T_2$ — tranzistor *NPN* de *RF*, împreună cu *MD* identificate şi $E_a$ calculate.

Determinările efectuate în acest subcapitol reprezintă baza experimentală necesară pentru proiectarea *IAT*.

*Diminuarea ratei de defectare a lotului de componente*

Modul de proiectare este exemplificat pe $T_1$ şi $T_2$.

*i*) Se analizează $\lambda_i(t)$ (fig. 1*a* şi 2*a*) şi se determină duratele de *IAT* $t_i$ necesare pentru eliminarea populaţiilor cu rate de defectare mai mari decît limita cerută.

* Centrul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Componente Electronice

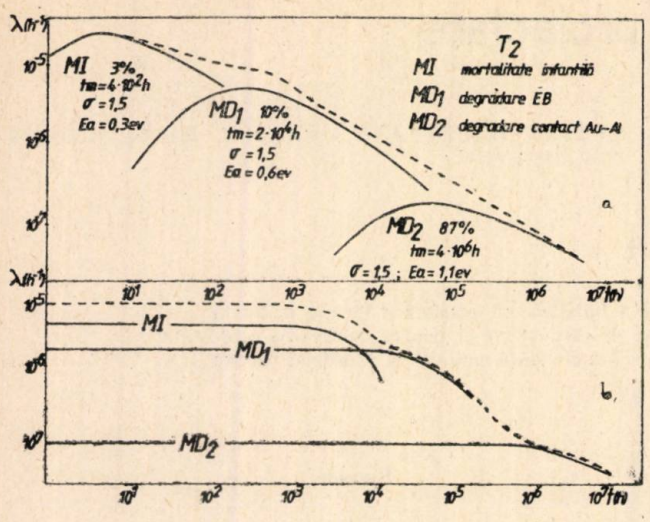



Fig. 1. Curbe $\lambda(t)$ pentru $T_1$ (tranzistor *PNP* de mică putere): *a*) înainte de *IAT*; *b*) după *IAT*

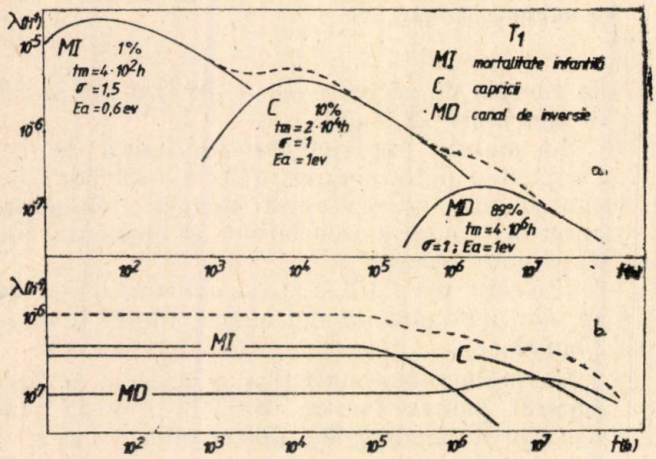



Fig. 2. Curbe $\lambda(t)$ pentru $T_2$ (tranzistor *NPN* de *RF*): *a*) înainte de *IAT*; *b*) după *IAT*

*ii*) Se determină pe curbele *Arrhenius* duratele de încercare $t_i'$, la temperatura ridicată $T_{j\,inc}$, echivalente îmbătrînirilor stabilite $t_i$. Se alege $t_{inc} = Max(t_i)$.

*iii*) Se determină efectul pe care îl va avea asupra lotului de componente *IAT* ($T_{j\,inc}$, $t_{inc}$):

— procentele de componente eliminate se obţin din curbele de distribuţie lognormală;

— curbele $\lambda_i(t)$ şi $\lambda(t)$ se reconstruiesc corespunzător populaţiilor rămase în lot (fig. 1*b* şi 2*b*).

*iv*) Se analizează eficienţa încercării de *IAT* şi posibilitatea optimizării prin iteraţii succesive. Se observă, pentru $T_1$, diminuarea $\lambda$ la $10^{-6}h^{-1}$, cu o eliminare a 20% din lot, după încercarea de 168 h, 150°C. Pentru $T_2$ după aceeaşi încercare se obţine diminuarea $\lambda$ la $5{,}5 \times 10^{-6}h^{-1}$, cu o eliminare a 44% din lot. Deşi nu s-a atins nivelul cerut, îmbătrînirea populaţiei majoritare este echivalentă cu 400 ani de funcţionare, perioadă după care se aşteaptă apariţia fenomenelor de uzură.

*Calificarea echipamentelor la durata de viaţă*

*i*) Se identifică condiţiile care definesc funcţionarea componentelor pe durata de viaţă calificată a echipamentului: durata de viaţă, puterea de încărcare medie, temperatura ambiantă medie, temperatura medie a joncţiunii $T_{j\,med}$, criteriile de defectare după durata de viaţă.

*ii*) Se determină condiţiile de încercare pentru *IAT* a dispozitivelor semiconductoare, echivalentă funcţionării pe durata de viaţă calificată:

— se recomandă: $P_{inc} = P_{max\,adm}$, $T_{inc} = T_{amb\,max}$ (limita pentru care nu apar *MD* nespecifice funcţionării la $T_{amb} = 25°C$);

— se calculează temperatura corespunzătoare a joncţiunii $T_{j\,inc}$;

— se determină durata încercării $\tau_A$, utilizîndu-se pe curbele *Arrhenius* condiţia de echivalenţă a încercării ($\tau_A$, $T_{j\,inc}$) cu o îmbătrînire ($\tau$, $T_{j\,med}$). Se lucrează cu $E_a$ a populaţiei majoritare sau, în situaţia unor populaţii cu proporţii comparabile, cu $E_a$ cea mai mare. Pentru energii de activare mici ($< 0{,}2 \cdots 0{,}3$ eV), se consideră că *MD* nu sînt accelerate termic în suficientă măsură şi se utilizează alţi factori de stress pentru îmbătrînirea accelerată.

## Concluzii

A fost prezentată o metodă de proiectare a *IAT* pentru dispozitive semiconductoare. Metoda permite predeterminarea efectului *IAT*. Se creează premisele abordării ştiinţifice a unui domeniu în care empirismul este dăunător.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Băzu, M., Bădilă, M., Gălăţeanu, L., Iancu E.*: Electronica şi Automatica, 27, p. 19, 1983.
[2] *Peck, D. S.*: Accelerated testing handbook, 1978.

# O analiză a distribuţiei defectelor în fabricaţia circuitelor integrate

*DĂNUŢ OLTEANU, MIHU IORGULESCU, FLORIN FULGA**

**REZUMAT**

Lucrarea analizează distribuţia spaţială şi temporală a defectelor ce determină variaţii ale randamentelor de fabricaţie pe suprafaţa plachetei. Parametrii caracteristici ai distribuţiei defectelor sînt extraşi din hărţile randamentelor pe plachetă. Este discutată, de asemenea, semnificaţia fizică a parametrilor.

**Abstract**

The paper analyses the spatial and time dependent distribution of the defects determining yield variation on the wafer surface. Characteristic parameters of defect distribution are extracted from wafer yield maps. The physical significance of the parameters is also discussed.

**Résumé**

L'ouvrage analyse la distribution spatiale et temporale des défauts qui impriment des variations des rendements de fabrication sur la surface de la plaquette. Les paramètres caracteristiques de la distribution des défauts sont extraits des cartes des rendements à plaquette. On discute aussi la signification physique des paramètres.

## 1. Introducere

Lucrarea are ca scop analiza distribuţiei spaţiale şi temporale a defectelor ce determină variaţiile randamentelor de fabricaţie a circuitelor integrate. Extracţia parametrilor caracteristici distribuţiei defectelor se face din datele de randament sub forma hărţilor plachetelor. Este discutat sensul fizic al parametrilor şi pusă în evidenţă importanţa lor practică.

## 2. Teorie

Probabilitatea ca un circuit să nu fie afectat de defecte este dependentă de tipul defectului, de poziţia sa pe suprafaţa plachetei şi de gradul de stabilitate în timp al surselor şi mecanismelor de defectare.

Defectele sînt clasificate funcţie de raportul dintre aria ocupată ($A_d$) şi aria circuitului ($A$):

1. Defecte cu caracter punctiform $\left(\frac{A_d}{A} \simeq 0\right)$.

Dacă sursele şi mecanismele de defectare sînt stabile în timp şi se consideră cazul unui circuit aflat în aceeaşi poziţie pe plachetă, atunci probabilitatea $p$ ca circuitul să fie bun este aceeaşi de la o plachetă la alta şi se exprimă funcţie de numărul mediu de defecte $N_{dm}$ de pe suprafaţa $A$:

$$p = \exp(-N_{dm}) \qquad (1)$$

indiferent de distribuţia defectelor pe $A$ [1]. Considerînd defectele omogen distribuite şi caracterizate de densitatea $D$:

$$N_{dm} = AD \quad \text{iar} \quad D = \frac{N_{dm}}{A} \qquad (2;3)$$

2. Defecte cu caracter global $\left(\frac{A_d}{A} > 1\right)$.

Dacă se consideră o suprafaţă $S$ cu o distribuţie omogenă de defecte globale, probabilitatea ca circuitul să fie bun se exprimă funcţie de suprafaţa $S_d$ a tuturor defectelor globale de pe suprafaţa $S$:

$$p = \frac{S - S_d}{S} = R_0 \qquad (4)$$

şi nu depinde de aria circuitului.

*Analiza şi caracterizarea efectului variaţiei în timp a defectelor*

Variaţia în timp, de la o plachetă la alta, a densităţii de defecte poate duce la abateri importante — faţă de relaţia (1) — a dependenţei de arie a randamentului determinat de defectele punctiforme [2]. Întrucît pentru defectele de tip global randamentul nu depinde în principiu de arie, caracterizarea variaţiei lor are o importanţă practică redusă pentru predicţia randamentului.

Metodele de determinare a variaţiei de la o plachetă la alta a densităţii de defecte trebuie să ţină seama de neomogenitatea distribuţiei

* Centrul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Componente Electronice

defectelor pe suprafaţa plachetei, natura aleatoare a mecanismelor de defectare şi de existenţa defectelor de tip global.

Definiţia lui $D$ — relaţia (3) — ia în considerare natura aleatoare a mecanismelor de defectare. Chiar dacă probabilitatea $p$ (şi deci şi $D$) nu se schimbă în timp, randamentul nu va fi acelaşi de la o plachetă la alta. Să considerăm o suprafaţă neafectată de defecte de tip global, cu o distribuţie omogenă a defectelor punctiforme şi conţinînd $N$ circuite. Definim variabilele aleatoare :

$$x_i = 1 \quad \text{cu aceeaşi probabilitate} \quad p = \exp(-AD) \tag{5}$$

$$x_i = 0 \text{ cu aceeaşi probabilitate } q = 1 - p \tag{6}$$

pentru fiecare circuit $i = 1, 2, \ldots, N$.

Mediile şi variantele acestor variabile aleatoare sînt :

$$E(x_i) = p \quad Var(x_i) = pq \quad i = 1, 2, \ldots, N \quad (7; 8)$$

Randamentul pe o plachetă $R_p$ poate fi exprimat ca :

$$R_p = \sum_i x_i \tag{9}$$

Conform teoremei limită centrală, odată cu creşterea lui $N$, distribuţia $f(R_p)$ tinde spre o distribuţie normală :

$$f(R_p) = \text{const. exp}\left[-\frac{(R_p - E(R_p))^2}{2\,Var(R_p)}\right] \tag{10}$$

$$E(R_p) = \frac{1}{N}\sum_i F(x_i) = p = \exp(-AD) \tag{11}$$

$$Var(R_p) = \frac{1}{N^2}\sum_i Var(x_i) = \frac{pq}{N} \tag{12}$$

Pentru valorile $p$ caracteristice fabricaţiei circuitelor integrate, aproximaţia dată de relaţia (10) este excelentă şi pentru $N$ de ordinul zecilor. Dacă $D$ are o variaţie caracterizată de $f(D)$, atunci variaţia în timp a lui $R_p$ va fi descrisă de compunerea $f(R_p)$ cu $f(D)$.

### 3. Rezultate şi discuţie

S-au obţinut hărţi ale randamentului pe plachetă pentru un circuit digital bipolar, testat într-o linie de fabricaţie matură şi ales de arie mică pentru a permite analiza datelor prin gruparea circuitelor. Au fost analizate 6 loturi avînd în total 101 plachete (de 76 mm) procesate într-un interval de aproximativ 3 luni.

Randamentul mediu a fost calculat pentru fiecare locaţie de pe plachetă, întocmindu-se o hartă cu 3 intervale de randament (figura 1), care arată o distribuţie spaţială caracterizată

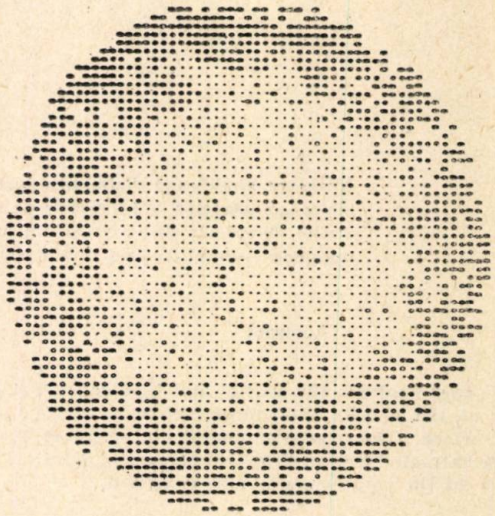


Fig. 1. — Hartă cu randamentul mediu pe locaţie

de o variaţie radială distinctă şi de o slabă dependenţă unghiulară.

Pentru determinarea variaţiei radiale a randamentului $R$ şi a parametrului $R_0$ caracteristic defectelor globale (figura 2), placheta a fost împărţită în 20 de subzone concentrice de arie egală. Suprafeţele afectate de defecte globale au fost identificate prin gruparea circuitelor cîte 4 şi selectarea grupelor cu toate circuitele defecte. Inspecţia vizuală a regiunilor astfel identificate a arătat că majoritatea sînt com-

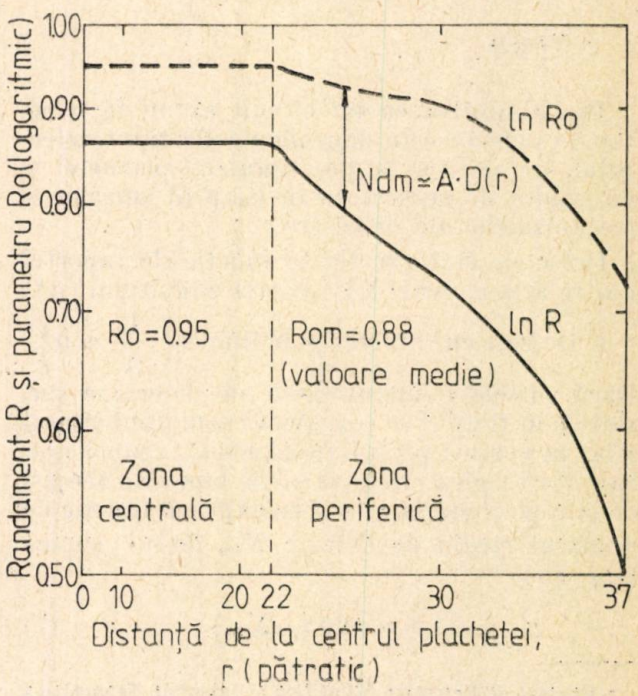



Fig. 2 — Variaţia radială a randamentului şi a lui $R_0$

puse din zeci sau chiar sute de circuite. Grupările avînd mai puțin de 20 de circuite nu au fost considerate. S-au putut calcula astfel valorile $R$ și $R_0$ pentru fiecare subzonă.

Pentru ambele tipuri de defecte există o zonă de omogenitate spațială cu raza de 22 mm (atît $R$ cît și $R_0$ încep să scadă de la aceeași distanță $l = 15$ mm față de marginea plachetei). Scara pătratică a razei pune în evidență ponderea în arie a zonelor. Rezultatul este foarte asemănător cu cel obținut de *Prabhu* pe un material statistic mult mai mare [3].

*Variația de la plachetă la plachetă a densității totale de defecte*

Pentru descrierea variației în timp a densității de defecte asociate nivelelor individuale, *Stapper* [4] a propus distribuția gamma. Datorită avantajelor analitice, utilizarea distribuției gamma s-a impus rapid și pentru densitățile totale de defecte. Pentru $f(D)$, pe lîngă distribuția gamma, este recomandabilă utilizarea distribuției normale, densitatea totală de defecte fiind un parametru aditiv rezultînd din sumarea densităților de defecte ale mecanismelor individuale independente. Ambele distribuții pot fi aranjate astfel încît să depindă de 2 parametri, media $E(D)$ a distribuției și raportul $a$ dintre pătratul mediei și varianță — $a = \frac{E(D)^2}{Var(D)}$:

— distribuția gamma :

$$f(D) = \text{const.} \left[\frac{D}{E(D)}\right]^{a-1} \cdot \exp\left[-a \cdot \frac{D}{E(D)}\right] \quad (13)$$

— distribuția normală :

$$f(D) = \text{const.} \exp\left[-\frac{a}{2} \cdot \left(\frac{D}{E(D)} - 1\right)^2\right] \quad (14)$$

Pentru a elimina efectele neomogenităților spațiale și defectelor globale, au fost luate în considerație numai circuitele situate în interiorul zonei centrale circulare cu raza de 22 mm, iar plachetele avînd această zonă afectată de defecte identificate ca fiind de tip global au fost excluse cu totul.

Astfel, pe cele 51 de plachete rămase, numărul $N$ de circuite din regiunea considerată a fost același. Randamentul a fost analizat pentru 5 arii obținute prin gruparea circuitelor cîte 1, 2, 4, 6 și 8. S-au ridicat apoi funcțiile de repartiție ale randamentelor de la plachetă la plachetă care au fost comparate cu cele obținute prin compunerea numerică a repartiției date de relațiile (10, 11, 12) cu $f(D)$, folosind un criteriu pătratic. Un exemplu este prezentat în figura 3. Valorile obținute pentru parametrii $E(D)$ și $a$ sînt prezentate în figura 4.

Pentru ambele distribuții valorile $E(D)$ și $a$ sînt practic aceleași. Parametrul $a$ este mare

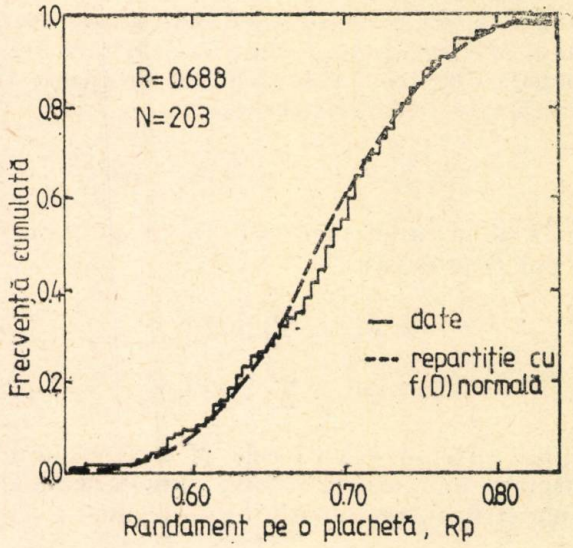



Fig. 3 — Funcții de repartiție randament : reală și teoretică

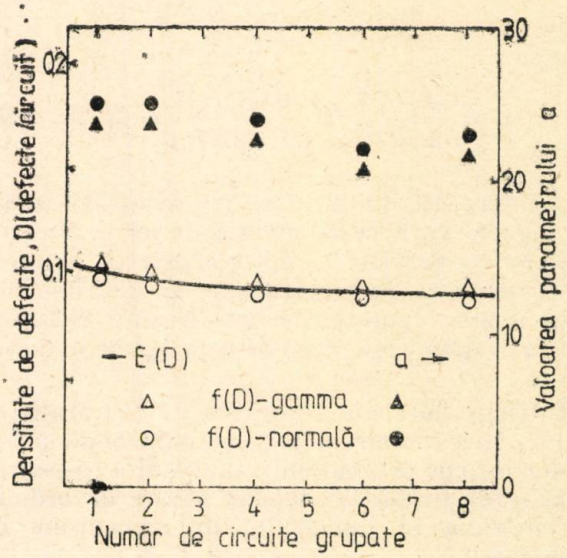



Fig. 4 — Media densității de defecte și parametrul $a$ în zona centrală

(net peste 20), ceea ce arată că densitatea de defecte are variații mici de la o plachetă la alta. Valoarea mare a lui $a$ explică și diferențele mici dintre rezultatele obținute cu cele 2 distribuții : odată cu creșterea lui $a$, distribuția gamma tinde de asemenea spre o distribuție normală.

Ușoara scădere a lui $E(D)$ cu aria se datorează fenomenelor secundare asociate apariției defectelor : grupări, efecte de dimensiune finită, distribuire preferențial-liniară [1].

Relativa stabilitate în timp a densităţii totale de defecte pusă în evidenţă merită o atenţie specială, întrucît variaţia sa a fost presupusă ca determinînd concavitatea curbei log $R - A$ 2,5. Să considerăm densitatea totală de defecte ca fiind sumă a densităţilor individuale datorate a $M$ mecanisme şi surse de defectare independente (pentru o tehnologie de fabricaţie tipică $M$ este de ordinul zecilor) :

$$Dt = \sum_i D_i \quad i = 1, 2, \ldots, M. \tag{15}$$

Media şi varianţa densităţii totale de defecte se pot exprima ca :

$$E(Dt) = \sum_i E_i(D_i) \tag{16}$$

$$Var(Dt) = \sum_i Var(D_i) \tag{17}$$

Dacă presupunem că cele $M$ mecanisme de defectare au ponderi şi sînt caracterizate de parametrii $a$ aproximativ egale (egali) :

$$E(D_i) \simeq E(D_j) \quad a_i \simeq a_j \qquad i, j = 1, 2, \ldots, M. \tag{18, 19}$$

atunci :

$$a = \frac{E(D_i)^2}{Var(D_i)} \simeq \frac{M^2 E(D_i)^2}{M\ Var(D_i)} \simeq M \cdot a_i \tag{20}$$

Aşadar, distribuţia în timp a densităţii totale de defecte va fi caracterizată de un parametru $a$ avînd o valoare de aproximativ $M$ ori mai mare decît a parametrilor $a$ ai distribuţiilor individuale. Ipotezele esenţiale sînt independenţa şi ponderea aproximativ egală a factorilor.

Întrucît date din literatura [4, 5] arată că pentru mecanisme (nivele) individuale de defectare $a$ este de ordinul unităţii, rezultă că pentru densitatea totală de defecte $a$ este de ordinul de mărime al numărului de mecanisme de defectare :

$$a \sim M \tag{21}$$

De asemenea, dacă mecanismele de defectare sînt independente şi au ponderi relativ egale, teorema limită centrală arată că, odată cu creşterea numărului lor, distribuţia de la o plachetă la alta a densităţii totale de defecte se apropie de o distribuţie normală care tinde să se stabilizeze în jurul sumei valorilor densităţilor medii individuale. Fizic, aceasta semnifică că, dacă numărul surselor şi mecanismelor de defectare este mare, este puţin probabil ca o parte importantă din ele să introducă fiecare pe aceeaşi plachetă un număr individual mare (sau mic) de defecte.

Consecinţe importante :

1. Pentru o tehnologie matură şi bine controlată randamentul este determinat numai de valorile medii ale distribuţiilor $f(D)$ corespunzătoare mecanismelor individuale şi nu de forma acestor distribuţii.

2. Dacă parametrul $a$ caracteristic variaţiei de la o plachetă la alta a densităţii de defecte determinată de un număr mare de surse sau mecanisme de defectare are o valoare relativ mică, atunci este probabil că există unul (sau un număr mic) de mecanisme dominante, cu pondere importantă în respectiva densitate totală.

*Variaţia radială a densităţii totale de defecte*

S-a ţinut seamă de existenţa celor două zone de pe plachetă. Zona periferică a fost divizată în 10 subzone avînd aceeaşi lăţime, aproximate ca fiind omogene spaţial şi conţinînd totodată un număr semnificativ statistic de 100 ... 200 circuite. Variaţia în timp a densităţii de defecte a fost considerată normală. Pentru fiecare zonă (subzonă) au fost eliminate suprafeţele afectate de defectele de tip global, ceea ce a dus la numere $N$ diferite de circuite de la o plachetă la alta. Pentru compunerea numerică a relaţiilor (14) şi (10, 11, 12) s-a folosit valoarea medie.

Valorile obţinute pentru media $E(D)$ (notată simplu $D$) şi parametrul $a$ sînt prezentate în figura 5 împreună cu cele obţinute pentru $D$ pe baza rezultatelor din figura 2, folosind relaţia aproximativă :

$$A \cdot D(r) \simeq \ln R_0(r) - \ln R(r) \tag{22}$$

În zona centrală rezultă o valoare $D_0$ mai mare şi un parametru $a$ mai mic faţă de cazul

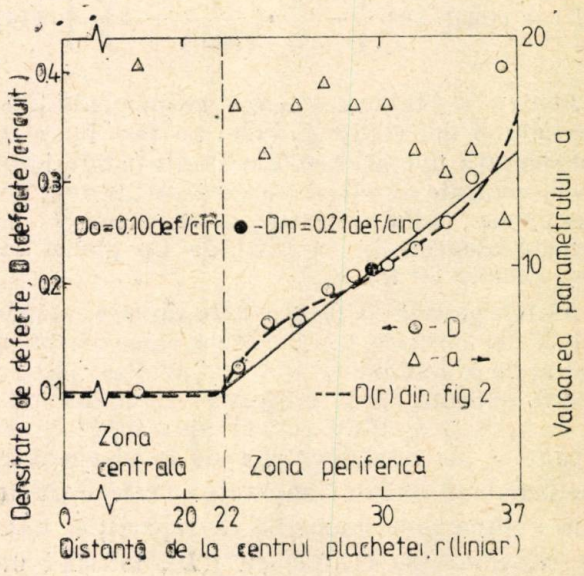



Fig. 5 — Variaţia radială a densităţii de defecte

în care plachetele afectate de defecte globale au fost eliminate cu totul. Explicăm aceasta prin extinderea influenţei mecanismelor de defectare de tip global şi în afara zonei în care randamentul este nul. În zona periferică rezultatele arată o variaţie aproximativ liniară a lui $D$ cu raza şi valori de asemenea mari ale parametrului $a$, ceea ce dovedeşte că şi în zona periferică densitatea de defecte este aproape stabilă în timp, stabilitate căreia i se datorează şi buna concordanţă a evaluării lui $D(r)$ cu relaţia (22). Valoarea medie totală $D_m$ a fost determinată calculînd panta variaţiei prin metoda celor mai mici pătrate şi neluînd în consideraţie valoarea $D$ din cea de a 10-a subzonă.

*Verificarea rezultatelor*

S-a făcut cu un program de evaluare numerică a dependenţei randament-arie, analog celui descris de *Gupta* [6], avînd ca parametri $R_0$, $R_{0m}$, $D_0$, $D_m$. În zona periferică variaţia lui $R_0$ a fost considerată liniară cu pătratul razei iar cea a lui $D$ liniară cu raza. În concordanţă cu relativa stabilitate pusă în evidenţă la analiza

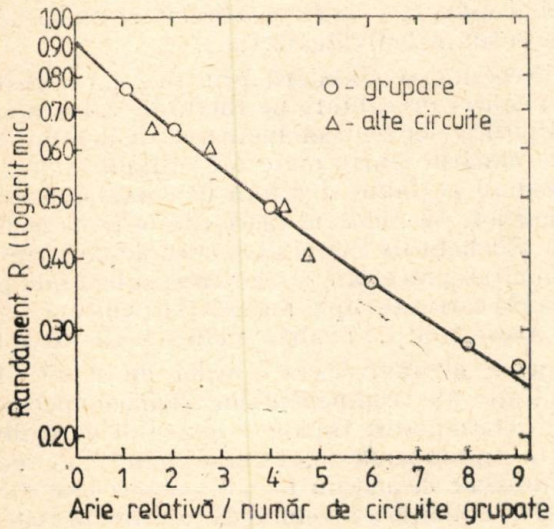



Fig. 6. — Curba $\log R - A$ pentru randamente reale şi obţinute prin grupare

variaţiei în timp a densităţii totale de defecte, pentru calculul randamentelor locaţiilor s-a folosit relaţia (1). În figura 6 sînt prezentate curba trasată prin calcul numeric şi valorile obţinute prin gruparea circuitelor, precum şi randamentele altor circuite din aceeaşi familie. Concordanţa este bună şi confirmă validitatea aproximaţiilor făcute pentru variaţiile lui $R_0$ şi $D$, ca şi stabilitatea temporală pusă în evidenţă la analiza densităţii totale de defecte.

## 4. Concluzie

O clasificare simplă a defectelor indică ca parametri semnificativi $R_0$ şi $D$. Distribuţia lor spaţială a fost găsită a fi de tip radial cu o zonă centrală omogenă. Variaţia lui $D$ în zona periferică a fost aproximată ca fiind liniară cu raza. Pe întreaga suprafaţă a plachetei, o analiză îngrijită demonstrează că densitatea totală de defecte are un caracter relativ stabil în timp, fapt susţinut şi de discuţia teoretică care indică pentru parametrul $a$ sensul fizic al numărului de mecanisme de defectare.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Hu S. M.* : „Some Considerations in the Formulation of IC Yield Statistics", Solid-State Electron., vol. 22, no. 2, pp. 205—211, Feb. 1979.

[2] *Murphy, B. T.* : Cost-Size Optima of Monolithic Integrated Circuits", Proc. IEEE, vol. 52, pp. 1537—1545, December 1964.

[3] *Ferris-Prabhu, A. V., Smith, L, D., Bonges H. A., Paulsen, J. K.* : „Radial Yield Variations in Semiconductor Wafers", IEEE Circ. Dev. Magazine, vol. 3, no. 2, pp. 42—47, March 1987.

[4] *Stapper C. H.* : „Defect Density Distribution for LSI Yield Calculations", IEEE Trans. Electron Dev., vol. ED-20, no. 7, pp. 655—657, July 1973.

[5] *Stapper, C. H.* : „The Effects of Wafer to Wafer Defect Density Variations on Integrated Circuit Defect and Fault Distribution", IBM J. Res. Develop., vol. 29, no. 1, pp. 87—97, January 1985.

[6] *Gupta, A.* şa. : „Defect Analysis and Yield Degradation of Integrated Circuits", IEEE J. Solid-State Circuits, vol. SC-9, no. 3, pp. 96—103, June 1974.

# Aplicaţii ale analizei statistice în evaluarea calităţii materialelor şi dispozitivelor semiconductoare pe fluxul de fabricaţie

*FLORIN GĂISEANU**

**REZUMAT**

Sînt prezentate argumente pentru aplicarea metodelor de analiză statistică în evaluarea calităţii materialelor şi dispozitivelor semiconductoare pe fluxul de fabricaţie. Sînt trecuţi în revistă parametrii indicatori ai calităţii la recepţia materialelor în cursul proceselor de fabricaţie structuri şi după procese de montaj şi sînt date exemple semnificative care permit concluzii asupra posibilităţilor oferite de analiza statistică în evaluarea calităţii.

**Abstract**

Some reasons to apply the statistical analysis methods for the quality evaluation of the materials and semiconductor devices on the fabrication line are presented. The parameters accounted as quality indicators during the material reception, the cips fabrication and after assembly processes are reviewed and significant exemples allowing conclusions on the posibilities offered by the statistical analysis for the quality evaluation are given.

**Résumé**

On présente des arguments pour l'application des méthodes d'analyse statistique dans l'évaluation de la qualité des matériaux et dispositifs semiconducteurs sur le flux de fabrication. On passe en revue les paramètres indicateurs de la qualité à la réception des matériaux au cours de la fabrication des structures et après les procès de montage en donnent des exemples qui permettent des conclusions sur les possibilités qui sont offertes par l'analyse statistique dans l'évaluation de la qualité.

## 1. Introducere

Urmărirea calităţii în cursul fabricaţiei structurilor semiconductoare, ca parte integrantă a unui sistem de calitate care-şi propune ca obiective instituirea preciziei şi rigorii în toate activităţile ce condiţionează calitatea [1], prin modificări de fond ale modului de abordare a calităţii [2], este în mod esenţial marcată de tranziţia materialului semiconductor către structura propriu-zisă, prin trecere succesivă prin etapele de procesare specifică (curăţiri chimice, creşteri sau depuneri de straturi, dopare, fotolitografie pentru delimitarea ariilor de dopare/contactare/conexiuni), necesitînd pe de o parte urmărirea evoluţiei parametrilor de material după procesările termice şi trecerea, pe de altă parte, către analiza parametrilor electrici ai structurilor semiprocesate (răspunsul electric al sistemului).

Deşi configuraţia geometrică a structurilor are un caracter repetitiv specific tehnologiilor planare, variaţia locală a parametrilor de material înaintea oricărei procesări, precum şi variaţia după fiecare procesare, datorită neuniformităţilor induse cît şi a evoluţiei neuniformităţilor pre-existente, determină variaţii ale răspunsului electric al structurilor, repartizate pe întreaga suprafaţă a plachetei de material semiconductor, conferindu-le astfel un caracter de entitate individualizată.

Necesitatea abordării prin metode statistice a analizei de calitate pe fluxul de fabricaţie al dispozitivelor semiconductoare este determinată de numărul foarte mare (de ordinul miilor) de produse obţinute simultan în cursul procesării unui lot, de numărul mare (de ordinul zecilor) de plachete de material semiconductor supuse simultan procesării şi de numărul mare de procese la care este supus materialul semiconductor.

Acest mod de analiză oferă o serie de avantaje în abordarea problemelor de calitate-fiabilitate ale componentelor semiconductoare: (i) determinarea rapidă a nivelului de calitate prin sintetizarea unui mare număr de date, indiferent de natura lor; (ii) observarea direcţiei de evoluţie a nivelului de calitate, în vederea optimizării proceselor tehnologice; (iii) atestarea gradului de stabilitate a unui proces optimizat şi prin urmare al nivelului de încredere acordat, în cursul aplicărilor succesive; (iv) compararea nivelului de calitate al componentelor fabricate prin diferite procese tehnologice; (v) acumularea unui fond de date sintetice, utile pentru cunoaşterea istoriei fabricaţiei, servind analizelor de uniformitate şi reproductibilitate a fabricaţiei, precum şi corelării cu datele de fiabilitate.

Analiza statistică oferă în mod direct informaţii asupra ansamblului, generalizarea prin

* Centrul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Componente Electronice

„inducție" bazată pe estimări asupra unui singur specimen sau a cîtorva putînd conduce la concluzii rapide, dar, uneori, eronate.

## 2. Analiza parametrilor de material la recepție

Analiza ia în considerare parametrii vizind aspectul și starea suprafeței lustruite (defecte de prelucrare mecanică la lustruire și tăiere), forma și dimensiunile plachetei (grosime, diametru, variația liniară a grosimii, curbura, lungimea tăieturii secante etc.), caracteristicile electrice (rezistivitate și variația ei radială, tipul de conducție, timpul de viață al purtătorilor minoritari), defectele de structură cristalografică (tipuri de defecte structurale de creștere și densitatea lor, orientarea cristalografică la creșterea și a secantei), conținut de impurități (oxigen și carbon, atomi metalici contaminanți), comportare mecanică (tensionare) [3].

Parametrii care se pretează la analiză statistică sînt cei cu caracter repetitiv, rezultați în urma unui număr relativ mare de măsurări, pe plachetă sau pe mai multe, astfel încît valorile obținute să se constituie ca eșantion statistic (rezistivitate electrică, densitate de defecte, timp de viață al purtătorilor minoritari etc.).

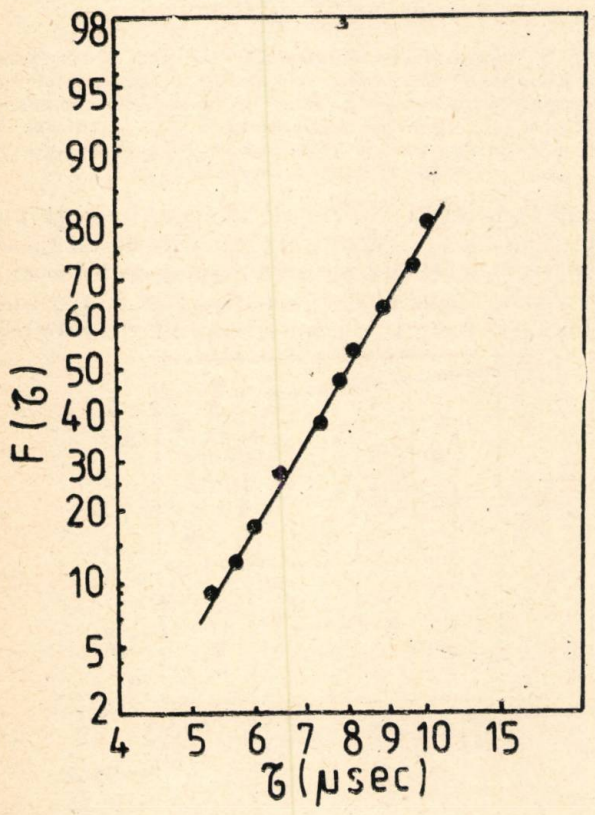



Fig. 1. Repartiție statistică log-normală a valorilor timpului de viață al purtătorilor minoritari determinate pe un eșantion de plachete de siliciu extrase din lotul recepționat.

Un exemplu ilustrativ este dat în fig. 1, care reprezintă repartiția statistică a valorilor timpului de viață al purtătorilor minoritari [4], determinate pe un eșantion de plachete extrase întîmplător dintr-un lot de plachete recepționat, printr-o metodă bazată pe revenirea la concentrația de echilibru a purtătorilor minoritari, după excitare cu radiație laser cu lungime de undă $\lambda = 1{,}06$ μm [5]. Media valorilor timpului de viață asociate fiecărei măsurări pe plachetă, considerată ca variabilă aleatoare, se supune unei repartiții de tip log-normală, liniaritatea punctelor experimentale verificînd corectitudinea opțiunii. Media statistică a repartiției, indicînd frecvența maximă de apariție a unei valori în setul de date examinat și estimatorul dispersiei indică prin urmare utilizatorului valoarea medie cea mai probabilă a timpului de viață pe lotul de plachetă, precum și limitele în care se poate conta pe valori apropiate acestora, permițînd decizii legate de folosirea cea mai potrivită, în raport cu necesitățile tipului de dispozitiv semiconductor care urmează a fi realizat.

## 3. Parametri de calitate după procese de fabricație structuri

Urmărirea calității după procese de fabricație structuri se realizează prin determinări asupra: (i) straturilor semiconductoare crescute epitaxial (caracteristici geometrice, rezistivitate electrică, profil de impurități dopante, defecte structurale-tip și densitate); (ii) straturilor dielectrice crescute sau depuse (caracteristici geometrice, compoziție și structură, defecte induse în substratul dielectric și/sau semiconductor, stări electrice de interfață, conținut de ioni mobili etc.); (iii) straturilor metalice depuse (caracteristici geometrice, compoziție și structură, proprietăți ale sistemului metal-semiconductor); (iv) straturilor dopate prin metode termochimice sau implantare (rezistivitate, caracteristici geometrice, defecte structurale induse sau influențate prin dopare, profil de impurități); (v) topografiei suprafețelor prelucrate tehnologic prin procese de fotolitografie (caracteristici geometrice); (vi) gradului de contaminare al siliciului cu impurități funcționînd cu centri de recombinare, produsă în cursul proceselor termice sau pregătirii pentru procesare (natura centrilor, parametrii de activitate electrică, localizare sau/și profilul de distribuție al concentrației).

Analize de calitate prin metode statistice se pot realiza și în acest caz prin determinări ale parametrilor de material pe plachetă (cu restricții de natură economică asupra numărului de plachete martor utilizabile), sau pe structuri deja individualizate, după procese

fotolitografice şi de dopare. Complexitatea interdependenţelor dintre multitudinea parametrilor supuşi permanentelor modificări prin procesări repetate, necesită programe de testare complexe şi diferenţiate în raport cu tipul de dispozitiv fabricat, metoda de analiză statistică constituindu-se ca un instrument potrivit de evaluare.

În fig. 2 sînt ilustrate rezultatele obţinute după determinări asupra factorului de amplificare în curent la tranzistoare npn, pe seturi de

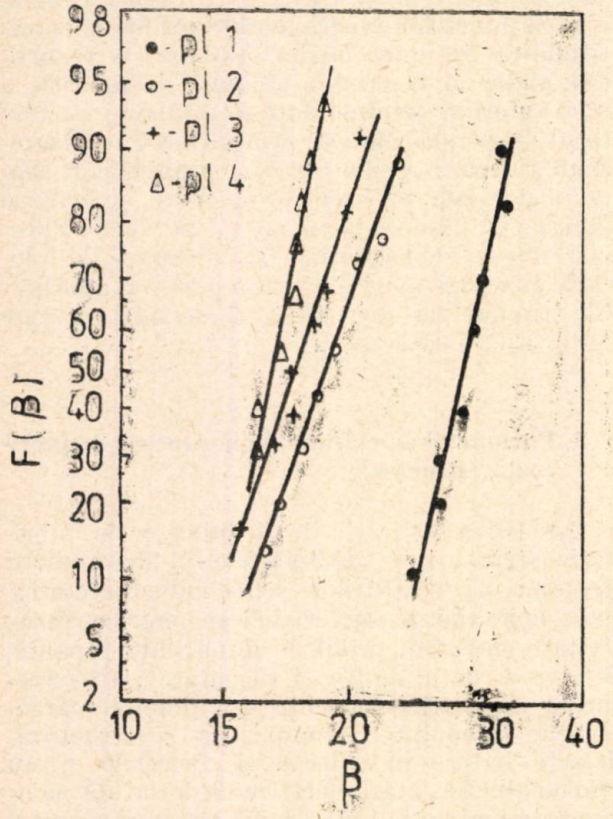



Fig. 2. Reprezentarea comparativă a repartiţiei statistice log-normală $Fa$ factorului de amplificare în curent $\beta(U_{CE}= 5$ V, $I_c = 100$ mA) pe eşantioane de pe plachete de siliciu diferite, ale aceluiaşi lot de tranzistoare npn după operaţii de fabricaţie structuri.

structuri aparţinînd unor plachete finalizate ale aceluiaşi lot şi reprezentate statistic pe o reţea probabilistică de tip log-normală. Examinarea datelor obţinute permite o comparaţie directă şi corectă a calităţii plachetelor lotului din punct de vedere al parametrului electric analizat, oferind indicaţii asupra uniformităţii dopărilor, caracteristicilor geometrice de volum, impurificărilor etc. [4].

### 4. Analiză a comportării electrice a dispozitivelor semiconductoare după procese de montaj

Analiza statistică s-a dovedit a fi un instrument puternic de investigare pentru comparaţia între dispozitive semiconductoare montate în condiţii de procesare diferite [6, 7]. Atenţia acordată unui domeniu mai puţin explorat în mod sistematic pînă în prezent a evidenţiat rezultate de interes, privind influenţa (considerată în mod uzual neglijabilă) proceselor de montaj (în particular a lipirii structurii pe ambază, asimilată cu aplicarea unui stres mecano-termic exercitat asupra structurii de dispozitiv semiconductor), asupra tranzistoarelor bipolare [6], cît şi a tranzistoarelor cu efect de cîmp cu joncţiune [7].

Analiza statistică a pus în evidenţă o puternică derivă a factorului de amplificare în curent al eşantionului de tranzistoare npn (fig. 3) după

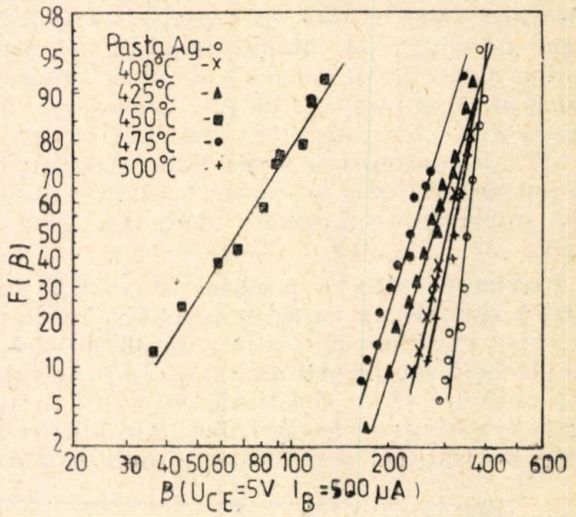



Fig. 3. Reprezentarea comparativă, (utilizînd ca parametru de comparaţie temperatura de lipire pe ambază), a funcţiei de repartiţie statistică $F$ a factorului de amplificare în curent $\beta(U_{CE}=5$ V, $I_B = 500$ μA) determinat pe eşantioane de tranzistoare npn extrase de pe aceeaşi plachetă de siliciu şi montate în condiţii de lipire diferite.

sudură la 450°C în raport cu valorile obţinute după sudură la 500°C, sau prin lipire cu pastă conductivă. Reprezentarea estimatorului medie statistică (μ) şi al dispersiei (σ) (fig. 4) permite concluzii asupra regimului optim de montaj.

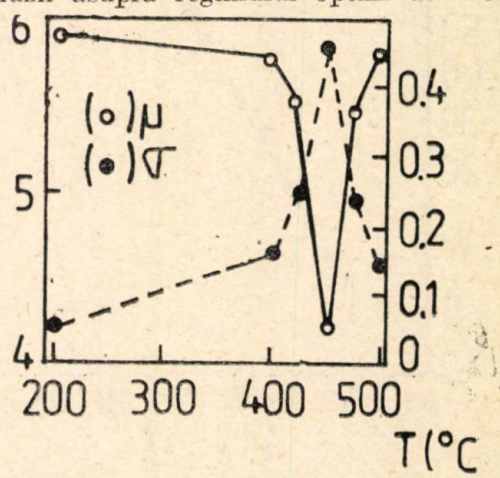



Fig. 4. Dependenţa de temperatura de lipire pe ambază a mediei (μ) şi dispersiei (σ) statistice a factorului β ale eşantioanelor statistice de tranzistoare npn supuse unor condiţii de lipire diferite.

Tranzistoarele cu efect de cîmp cu joncțiune s-au dovedit stabile în raport cu parametrii electrici analizați [7].

## 5. Concluzii

Pentru evaluarea calității materialelor și componentelor semiconductoare pe flux este necesară aplicarea metodelor de analiză statistică a unor parametri fizici de interes, permițînd comparații între colective de produse procesate în condiții diferite, prin tehnologii diferite, sau a variațiilor parametrilor de material sau de dispozitiv de la lot la lot sau de la plachetă la plachetă, în condiții de procesare identice sau similare.

Comparația prin analiză statistică este singura posibilă și corectă, în cazul în care nu se pot realiza măsurări asupra acelorași entități ale colectivității analizate, din motive legate de imposibilitatea marcării (și deci a recunoașterii de la o etapă la alta a structurilor individuale anterior măsurate, dacă se urmărește evoluția unui anumit parametru după procesări repetate), sau de realizarea pe căi diferite a unor produse care se cer comparate în raport cu același parametru — indicator al calității.

Caracterul planar al tehnologiei de realizare a dispozitivelor semiconductoare cu siliciu, avînd ca rezultat procesarea în același timp a unui mare număr de dispozitive de același tip, permite evaluări de calitate prin analiză statistică a parametrilor de material și de dispozitiv.

Avansul înregistrat în aplicarea metodelor statistice pentru evaluarea calității pe fluxul de fabricație al componentelor semiconductoare permite optimizări de procese și tehnologii, contribuind în mod esențial la prelucrarea corectă a datelor privind istoria fabricației și permițînd prin urmare dezvoltarea sistemului de corelare cu datele de fiabilitate.

Progresul în utilizarea metodelor statistice pe fluxul de fabricație, în sensul arătat anterior, este condiționat de asigurarea dezvoltării nivelului de caracterizare fizică și chimică și deci a accesului la echipamente specifice.

*BIBLIOGRAFIE*


[1] Colectiv *L9*, Raport de cercetare, Sistem de asigurarea fiabilității componentelor semiconductoare (martie 1989) ;
[2] *Ciobanu, M. :* Buletin Informativ CCSIT-CE, p. 33 (iunie 1989)
[3] *Găiseanu, F., Popescu, O., Bâzu, M. :* PCCVI, Tranzistor cu efect de cîmp, cu joncțiune, cu canal *n*, (1986) ;
[4] *Găiseanu F.* în *:* Raport de Cercetare „Sistem de asigurare a fiabilității componentelor semiconductoare", Cap. I (martie 1989) ;
[5] *Plugaru R.* în *:* Raport de cercetare„ Sistem de asigurare a fiabilității componentelor semiconductoare", Cap. I (martie 1989) ;
[6] *Găiseanu, F., Sachelarie, M., Răfoi, M., Pîrvu, N., Voicu , M. :* Lucrările CAS, p. 215 (1988) ;
[7] *Găiseanu F., Petu, A., Pîrvu, N., Voicu, M., Voica, M., Dragomirescu, D. :* Lucrările CAS, p. 391 (1989).


# Contrastul de potențial. Metoda de investigare funcțională și analiza de defecte a circuitelor integrate

*GELU VOICU și SIMONA PRISECARU**


**REZUMAT**

Dezvoltarea unor CI cu densități cu funcții crescute progresiv necesită o adoptare continuă a tehnicilor de investigare asociate. Investigarea cu fasciculul de electroni reprezintă un ajutor prețios în dezvoltarea circuitelor LSI, fiind o tehnică nedistructivă, care permite evaluarea nivelelor de tensiune în orice punct de pe suprafața unui CI.

**Abstract**

The development of IC with progressively increasing function densities requires however the appropriate continous adaptation of the associated investigation technique.

The electron beam probe is an extremely useful aid for the developer of LSI circuits, due to its nondestructive operation, allows the evaluation of voltage levels at any desiren point on the surface of an IC.

**Résumé**

Le développement de certains CI avec des densités de fonctions éloignées progressivement nécessite une adaptation continue des techniques d'investigation associées. L'investigation à l'aide du fascicules d'électrons représente une aide tout précieuse dans le developpement des circuits LSI, étant une technique nondéstructive qui permet l'évaluation des niveaux de tension en chaque point sur la surface d'un CI


## 1. Introducere

În investigarea funcționalității C.I., tehnicile calitative, bazate pe fenomenul de contrast de potențial, oferă posibilitatea obținerii unor rezultate rapide, făcînd apel la un minimum de dotări tehnice. Tratînd semnalele prin prisma nivelelor logice, metodele calitative reușesc totuși ca în majoritatea cazurilor să pună în evidență problemele de funcționare incorectă a C.I. investigate. În funcție de natura C.I.

* Intreprinderea Microelectronica București

nvestigat şi a genului de informaţii ce sînt puse în evidenţă au fost dezvoltate mai multe tehnici de investigare calitativă, prezentate în continuare.

## 2. Contrastul de potenţial static în regim de baleiaj

Aceasta este cea mai simplă tehnică de investigare şi poate fi implementată pe orice SEM căruia i se pot adapta :

— un soclu pentru C.I. ;

— conexiuni între soclu şi exteriorul camerei vidate a SEM;

— surse electrice pentru polarizarea C.I.

Fasciculul primar explorează suprafaţa C.I. fie cu viteză redusă (pentru obţinerea de fotografii de înaltă rezoluţie) fie în regim TV, ceea ce permite vizualizarea directă pe monitor a distribuţiei de potenţial reprezentată prin diferite tonuri de intensităţi luminoase. Metoda furnizează informaţii cu privire la stările logice ale circuitelor digitale, căderile de tensiune pe rezistenţe şi pune în evidenţă existenţa unor întreruperi de trasee sau scurtcircuit între trasee alăturate.

Tehnica poate fi aplicată în mod universal atît pentru investigarea C.I. bipolare cît şi C.I. MOS.

Testarea nedistructivă a C.I. MOS presupune folosirea unui fascicul primar cu energie mai mică de 3 Kev. (tipic 1 Kev.)

Folosirea unor energii mai mari face ca electronii primari să pătrundă în zona oxidului de poartă şi să genereze sarcini fixe alterînd performanţele circuitului.

Pentru obţinerea unor rezultate bune este recomandabilă utilizarea unor C.I. neacoperite cu oxid de pasivare.

În fig. 1 este prezentată o imagine obţinută în regim de contrast static de potenţial pentru circuitul tipic MMC 4049.

Circuitul analizat realizează funcţia de inversor şi înglobează şase blocuri funcţionale identice. Configuraţia de polarizare a fost în aşa fel aleasă încît stările logice aferente fiecărui inversor alternează, ceea ce favorizează studiul comparativ al nivelelor logice puse în evidenţă pe suprafaţa circuitului.

## 3. Contrastul de potenţial dinamic în regim de baleiaj

Contrastul de potenţial static furnizează informaţii numai în legătură cu nivelele de c.c. ale tensiunilor din interiorul C.I.

Aplicînd dispozitivului investigat semnale cu frecvenţe suficient de mici se pot urmări schimbările stărilor logice direct pe monitorul

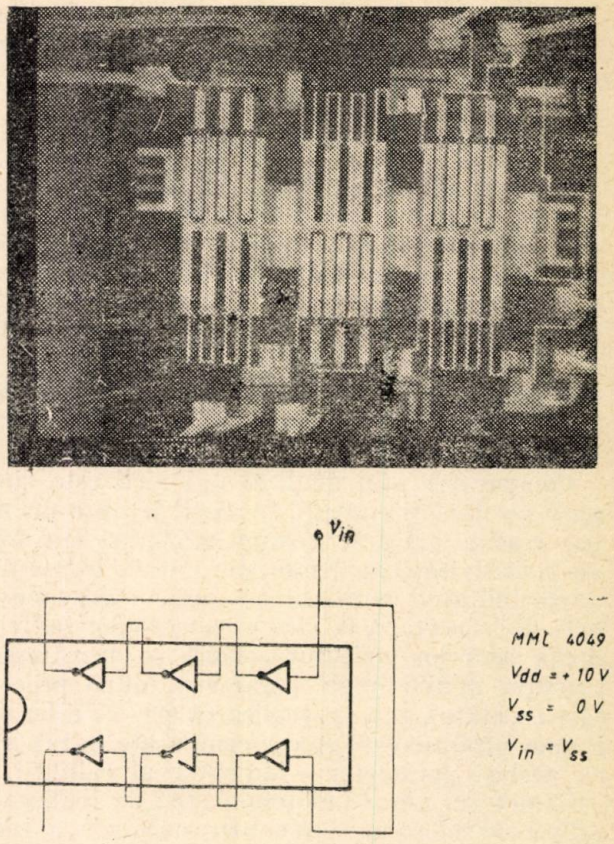



Fig. 1. Imagine SEM în contrast de potenţial static a CI MMC 4049, inversor cu şase blocuri identice.

TV. Propagarea semnalelor în interiorul C.I. investigat poate fi studiată în timp real, cu condiţia ca dispozitivul să poată funcţiona la frecvenţa respectivă. Pentru exemplificarea metodei s-au făcut investigări pe circuitele tip MMC 4543.

În fig. 2*a*, 2*b* sînt reproduse două stări logice complementare, obţinute pe unul din etajele de ieşire ale circuitului MMC 4543.

Capabilitatea circuitului de a funcţiona în regim static a permis punerea în evidenţă a celor două stări logice pe perioade de timp nedefinite. Pentru C.I. cu funcţionare dinamică a căror frecvenţă de ceas se situează în domeniul sutelor de kHz metoda prezentată anterior nu mai este utilizabilă, ochiul omenesc neputînd urmări schimbările stărilor logice la frecvenţe mai mari de ordinul 2 . . . 5 Hz.

O soluţie elegantă pentru rezolvarea acestei probleme constă în convertirea frecvenţei de ceas a C.I. investigat într-un multiplu întreg al frecvenţei de baleiaj linii sau cadre a SEM.

Presupunînd că fasciculul de electroni explorează un traseu metalic pe care există un semnal a cărui frecvenţă este un multiplu al frecvenţei de baleiaj linii, rezultă că vor apare pe ecranul monitorului, pe linia respectivă, zone luminoase corespunzînd nivelelor de potenţial negativ (starea logică „0") şi zone întunecate, cores-

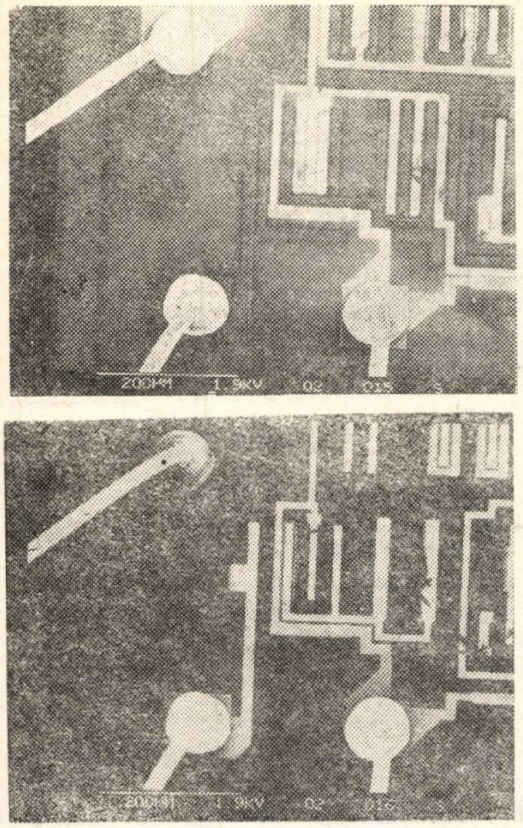


Fig. 2 a, b Imagini SEM în contrast de potențial dinamic ale etajului de ieșire a CI MMC 4543 în două stări logice complementare.

punzînd nivelelor de potențial pozitiv (starea logică „1").

Prin această tehnică (fig. 3) se realizează de fapt o transformare a dependenței în timp a semnalului într-un semnal desfășurat în spațiu.

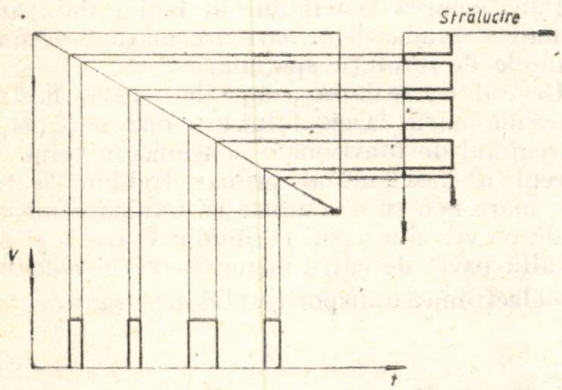



Fig. 3.Transformarea unui semnal electric dependent de timp într-un semnal desfășurat în spațiu.

Analizînd imaginea din fig. 4 se poate constata modul sugestiv în care apar reprezentate stările logice complementare.

Evaluarea raportului existent între lățimea zonelor luminoase și a zonelor întunecate existente pe același element de circuit (traseu metalic) ne furnizează date cu privire la factorul de umplere al semnalului. Analiza raportului existent între lățimea benzilor măsurată pe elemente de circuit disjuncte ne furnizează informații cu privire la raportul existent între frecvențele celor două semnale electrice.

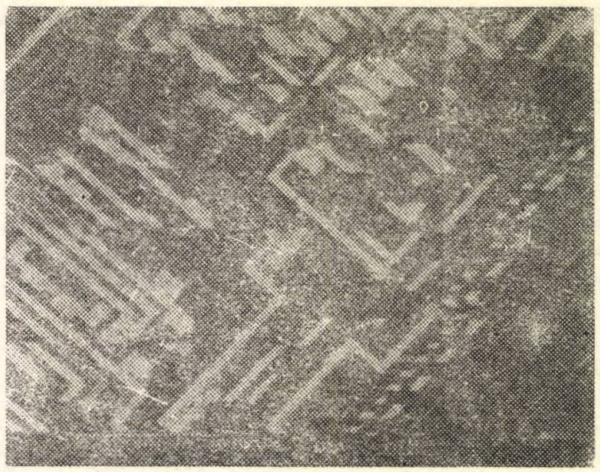


Fig. 4. Imagine SEM în contrast de potențial dinamic, ilustrînd transformarea din fig. 3.

Pentru exemplificare, în fig. 5 sînt puse în evidență semnale logice evidențiate pe circuitul MMC 9151.

Considerînd că durata de timp necesară pentru explorarea pe verticală a ecranului TV este $T = 17\ n$S rezultă că frecvența cea mai mare existentă în imagine este de:

$$f = \frac{1}{T} n = 58{,}8 \cdot n \text{ Hz}$$

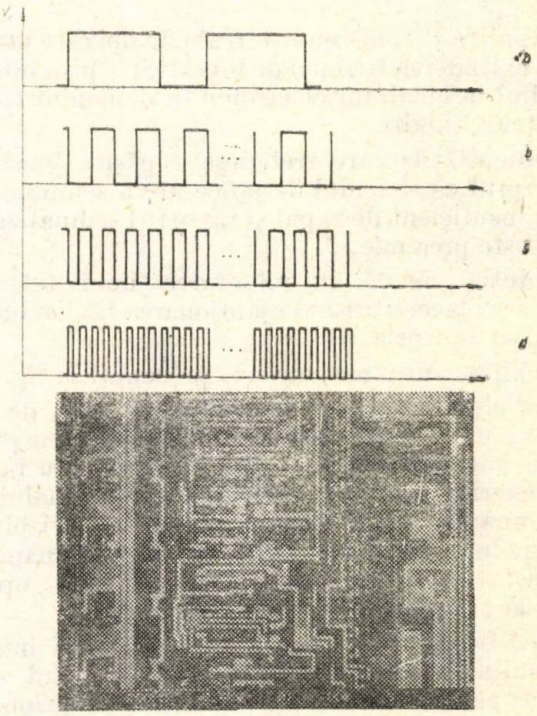


Fig. 5. Semnele logice de frecvențe diferite, vizibile pe suprafața CI MMC 9151.

unde $n$ este numărul de benzi puse în evidenţă pe înălţimea ecranului TV.

Dat fiind că informaţiile sînt obţinute la un moment dat numai din anumite zone ale C.I. investigat, aceasta nu este o metodă de analiză în timp real şi necesită semnale periodice. Rezoluţia spaţială este dependentă de curentul fasciculului de electroni primari, iar rezoluţia în tensiune este puternic dependentă de distribuţia cîmpurilor electrice în imediata vecinătate a suprafeţei C.I.

Frecvenţa limită inferioară care poate fi investigată prin această metodă este dictată în ultimă instanţă de necesitatea de a putea observa cel puţin un ciclu întreg, deci este de circa 50 Hz în cazul cînd se lucrează sincron cu baleiajul de cadru şi 15 kHz cînd se lucrează cu baleiajul de linii.

Limita superioară de frecvenţă este dată de numărul de tranziţii observabile pe ecran. Presupunînd că numărul maxim este de 20 perechi zone luminoase/întunecate observabile rezultă că frecvenţa limită superioară este de circa 300 kHz pentru cazul cînd se lucrează sincron cu baleiajul de linii.

Frecvenţa limită superioară a metodei este oricum mai mare decît banda de lucru a lanţului de prelucrare a informaţiei în SEM, care este limitat la circa 100 kHz.

## 4. Contrastul de potenţial în regim stoboscopic

Analiza C.I. în condiţii reale de operare necesită extinderea tehnicii de investigare prin intermediul fasciculului electronic în domeniul frecvenţelor înalte.

Dificultăţile care trebuiesc depăşite constau în faptul că sistemul de procesare a semnalului este insuficient de rapid şi raportul semnal/zgomot este prea mic.

Soluţia constă în adoptarea unei tehnici stroboscopice, utilizînd eşantionarea fasciculului de electroni primari.

Echipamentul necesar este prezentat în fig. 6.

Principiul metodei stroboscopice este de a genera pulsuri ale fasciculului de electroni primari care bombardează suprafaţa C.I. cu rată de repetiţie egală cu periodicitatea semnalului de comandă al C.I. şi cu o poziţie a fazei bine determinată. În acest fel se pot obţine imagini cvasistatice de stări logice pentru un C.I. operînd la frecvenţe de ordinul MHz.

Modificînd diferenţa de fază existentă între semnalul de comandă al C.I. şi semnalul de întrerupere al fasciculului de electroni primari se pot pune în evidenţă alte stări logice ale circuitului explorat.

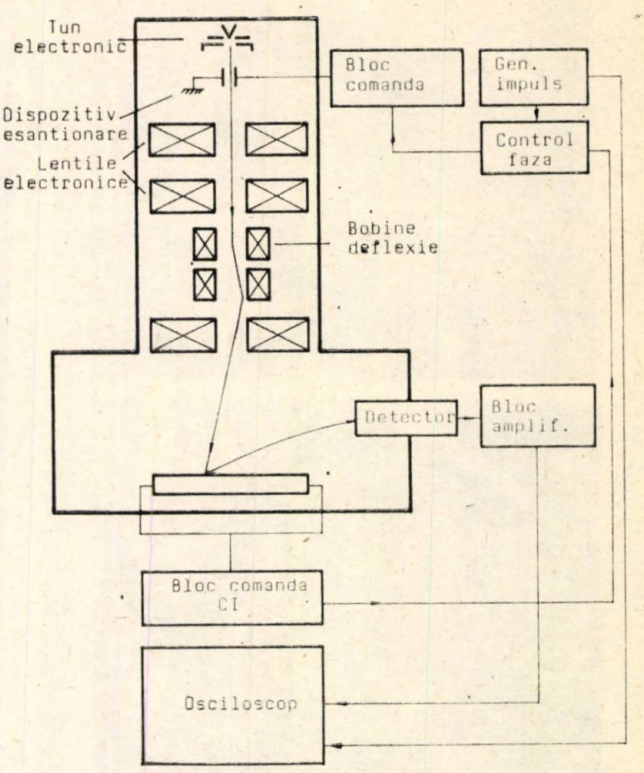



Fig. 6. Aranjament experimental pentru realizarea contrastului de potenţial stroboscopic.

Frecvenţa limită superioară la care se poate ajunge prin această tehnică (sute de MHz) este limitată nu de calea de procesare a semnalului furnizat de detector ci de sistemul de eşantionare a fasciculului de electroni primari (beam blanking system) şi de performanţele generatorului de impulsuri.

Funcţionarea sistemului în regim de eşantionare degradează în oarecare măsură performanţele de rezoluţie spaţială.

Degradarea se datorează pe de o parte faptului că diametrul fasciculului este mai mare decît în regimul de funcţionare continuă (nivelul de curent al fasciculului primar trebuie să fie mai mare pentru a conduce la o valoare medie egală cu cea din cazul regimului normal) şi pe de altă parte de către introducerea în coloana optoelectronică a dispozitivului de eşantionare.

## 5. Concluzii

Tehnicile descrise anterior fac parte dintr-un program mai amplu de dezvoltare a noi tehnologii de investigare a C.I.—LSI aflat în curs de implementare la I. Microelectronica.

Utilizarea lor a fost de un real folos în depanarea a o serie de circuite aflate în dezvoltare (MMC 333, MMC 9151, MMC 130 etc.).

# Efectele nedorite ale unor procese tehnologice asupra calităţii depunerilor de nichel pe plachetele de siliciu

*GHEORGHE VOICULESCU, EUGEN IVANOV, DAN PLOŞTINARU, GEORGE NICOLESCU*, ANCA NICHITA, ELENA GOLU, ELENA SEREMETA, ANA ICHIM***

**REZUMAT**

Sînt prezentate rezultate originale obţinute prin prelucrarea spectrelor de retroîmprăştiere Rutherford pentru depuneri de nichel pe siliciu în diverse etape ale procesului de contactare. Se propun soluţii pentru evitarea accidentelor de sudabilitate şi aderenţă.

**Abstract**

Original results obtained by processing Rutherford backcattering spectra for nickel on silicon deposition at several steps of the contacting process are presented. Solutions for the avoiding of the sudability and aderence accidents are proposed.

**Résumé**

On présente les résultats originaux obtenus par l'évaluation des spectres de rétrodiffusion Rutherford pour déponer de nickel sur le silicium dans les étappes diverses du processus de contactation. On propose des solutions pour éviter les accidents de brasabilité et d'adhérence.

## Introducere

Nichelul este larg folosit pentru metalizarea plachetelor de Si din care se obţin structuri ce se contactează prin lipire cu aliaje noi. Proprietăţile acoperirii sînt influenţate de un număr considerabil de variabile ce caracterizează etapele procesului de metalizare cu nichel a plachetei de siliciu şi regimul de lipire. Stabilirea intervalelor de variaţie admisibile pentru parametri procesului de contactare presupune accesul la metode microfizice de caracterizare a straturilor superficiale.

Lucrarea prezintă rezultate originale şi inedite obţinute prin prelucrarea spectrelor de retroîmprăştiere Rutherford (RBS) [1] pentru depuneri de nichel pe siliciu în diverse etape ale procesului de contactare şi propune soluţii pentru evitarea accidentelor de sudabilitate şi aderenţă.

## Efectul tratamentelor termice asupra depunerilor de nichel realizate prin evaporare în vid

Viteza de transformare a Ni în siliciură este influenţată de impurităţile prezente în atmosfera de tratament termic, de stratul de oxid nereproductibil şi inevitabil de pe placheta de siliciu şi de impurităţile conţinute în depunerea de Ni [2].

Spectrul RBS din fig. 1*a* nu se modifică pentru tratamente termice de 5 min la 378°C şi 500°C în $H_2$, deşi siliciura $Ni_2Si$ se poate forma începînd de la 200°C [2]. La 600°C, 5 min, $H_2$ stratul de Ni s-a transformat complet în NiSi (fig. 1*b*) care nu este sudabilă. Calculele [2] dovedesc că pentru anumite condiţii (nereproductibile!) un strat de Ni relativ gros se poate transforma în siliciură la tratamentul termic ce corespunde lipirii (400°C, 5 min, $H_2$). Formarea siliciurii este obligatorie pentru a realiza aderenţa Ni pe Si, iar conservarea unui strat de Ni nereacţionat asigură sudabilitatea. De aceea, este necesară o barieră (Cr, Ti, siliciură) care să împiedice consumarea Ni în reacţia de formare a siliciurii.

## Efectul tratamentului termic corespunzător lipirii asupra metalizării obţinute prin nichelare chimică

În timpul lipirii structurii la elementele capsulei (400°C, $H_2$) o parte din Ni depus peste siliciură se poate transforma în $Ni_2Si$ (fig. 2). Iniţial la suprafaţa plachetei se găseşte un strat de Ni cu grosime $3800 \pm 200$ Å peste un strat de NiSi gros de $1400 \pm 200$ Å. După trecerea plachetei prin cuptorul de montaj grosimea stratului de Ni se reduce la $1450 \pm 75$ Å. Sub stratul de Ni apare $Ni_2Si$ cu grosime 4200 Å$\pm$ $\pm$400 Å. Deoarece cantitatea de P în Ni se conservă, concentraţia P în stratul de Ni creşte de la 12% at la 37% at, ceea ce duce la degradarea sudabilităţii metalizării. Accidentele de acest tip se pot preveni dacă se reduce cantitatea de P în stratul de Ni prin depunerea de Ni din soluţie alcalină [2]; lipirea se realizează

* Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară
** Intreprinderea de Piese Radio şi Semiconductoare Băneasa

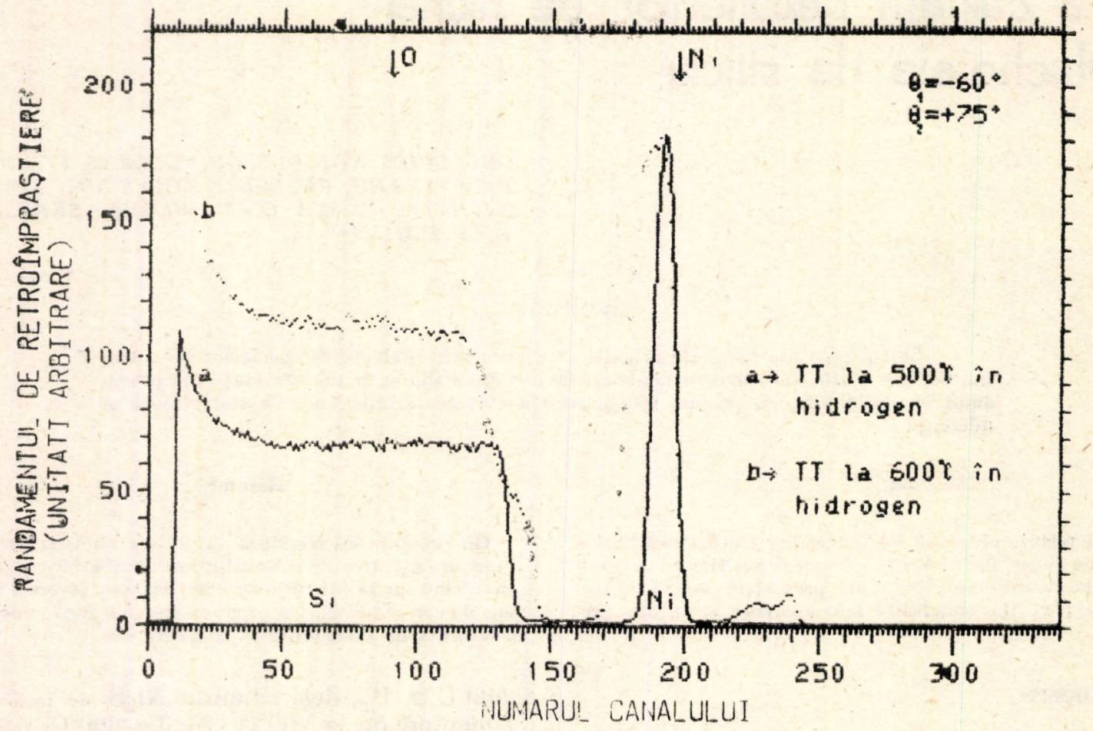



Fig. 1. Spectre RBS pentru Ni depus prin evaporare în vid

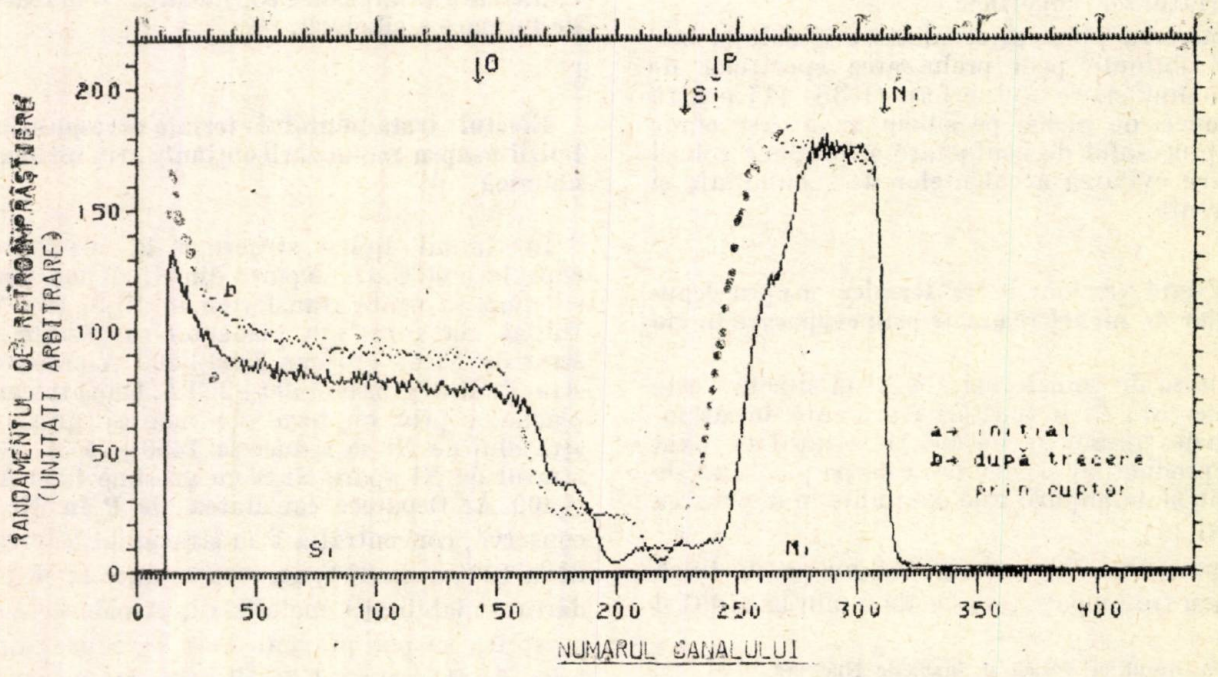



Fig. 2. Efectul trecerii prin cuptorul de lipire asupra Ni depus chimic pe Si

la temperatura minimă iar stratul de Ni este suficient de gros astfel încît formarea siliciurii să nu afecteze semnificativ concentrația P în stratul de Ni.

### Disocierea siliciurii sub acțiunea apei regale

Depunerea chimică a Ni este precedată de o spălare în apă regală care are ca scop îndepărtarea contaminanților metalici de pe suprafața siliciului sau siliciurii. Spectrul RBS din fig. 3*a* evidențiază apariția unui strat superficial de oxid de siliciu la suprafața siliciurii NiSi. De aceea atacul în apă regală este urmat întotdeauna de o etapă care asigură îndepărtarea oxidului de siliciu.

Creșterea oxidului de siliciu la suprafața siliciurii, în absența unui tratament termic care să permită difuzia atomilor de Si, nu poate avea loc decît prin disocierea siliciurii [2]. De aceea, efectul unui atac prelungit în apă regală (fig. 3*b*) este catastrofal : siliciura este înlocuită de un strat de oxid care se îmbogățește continuu cu Si spre interfața cu Si. Stratul conține urme de Ni în concentrație variabilă și este acoperit cu $SiO_2$.

### Concluzii

Caracterizarea etapelor procesului de nicheare cu ajutorul metodelor microfizice permite evaluarea consecințelor unor abateri aparent nesemnificative de la condițiile corecte și stabilirea riguroasă a parametrilor procesului.

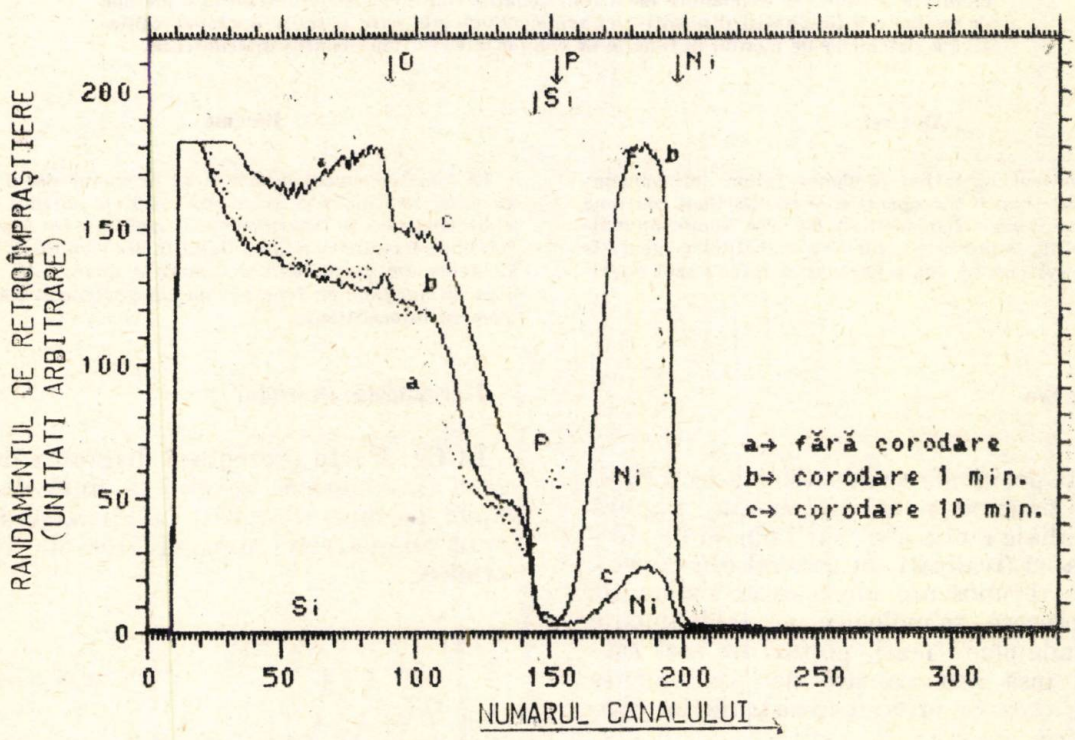



Fig. 3. Spectre RBS pentru plachete nichelate chimic după tratament termic (600°C, $N_2/H_2$) și atac în apă regală

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Ivanov E.* ș.a. : Lucrările CAS, p. 307, 1987

[2] *Dan, P, A.* : Teză de doctorat, București, 1988

# Funcţionarea intermitentă - metodă eficientă de evaluare a fiabilităţii sistemelor de lipire cu aliaje moi

*MARIAN UDREA, EUGEN POPA, AUGUSTIN STAN, ANCA NICHITA**

**REZUMAT**

Funcţionarea intermitentă produce mecanisme de defectare mai bine corelate cu rezultate obţinute în exploatare decît funcţionarea continuă. Este prezentată o metodă de evaluare a fiabilităţii dispozitivelor semiconductoare, care permite o analiză calitativă a sistemelor de montaj în funcţie de comportarea la funcţionarea intermitentă.

**Abstract**

The intermitent operation produces failure mechanisms better correlated with the operational results than continue operation. An evaluation method for the semiconductor device reliability is presented, allowing a qualitative analysis of mounting systems by the behaviour at intermitent operation.

**Résumé**

Le fonctionnement intermittent provoque des mécanismes de défection mieux corrélés aux résultats obtenus dans l'exploitation que le fonctionnement continu. On présente une méthode d'évaluation de la fiabilité des dispositifs demi-conducteurs qui permettent une analyse quantitatif des systèmes de montage en fonction du comportement au fonctionnement intermittent.

## Introducere

Pentru dispozitivele semiconductoare cu $P_d \leqslant \leqslant 50$ W sistemul uzual de montaj implică lipirea cu aliaje moi a structurii din Si de electrozii metalici (realizaţi în general din cupru). Avantajele recunoscute ale acestui sistem de montaj (procese tehnologice şi echipamente simple, randamente mari, preţuri de cost scăzute) sînt însă acompaniate de performanţe limitate în ceea ce priveşte rezistenţa la oboseală termică.

Pentru dispozitivele destinate să funcţioneze în regimuri ciclice de încărcare termică şi electrică (punţi redresoare şi componente pentru echipament electric auto etc.) evaluarea performanţelor de fiabilitate implică şi verificarea comportării la oboseală termică.

Marea majoritate a dispozitivelor semiconductoare suportă în exploatare un regim de funcţionare cvasicontinuu (cîteva sute de cicluri pornit-oprit pe an). Evaluarea performanţelor de fiabilitate pentru aceste dispozitive se bazează pe rezultatele la încercarea de funcţionare continuă, rezultatele acestea nerelevînd mecanismele de defectare specifice funcţionării intermitente din exploatare.

Lucrarea prezintă o metodă mai eficientă de evaluare a fiabilităţii pentru astfel de dispozitive care constă în asocierea încercării de funcţionare continuă cu o încercare de oboseală termică.

* Intreprinderea de Piese Radio şi Semiconductoare Băneasa

## Descrierea metodei

În fig. 1 este prezentată diagrama de încărcarea de oboseală termică a unui dispozitiv supus la încercarea de funcţionare intermitentă comparativ cu încercarea de oboseală termică.

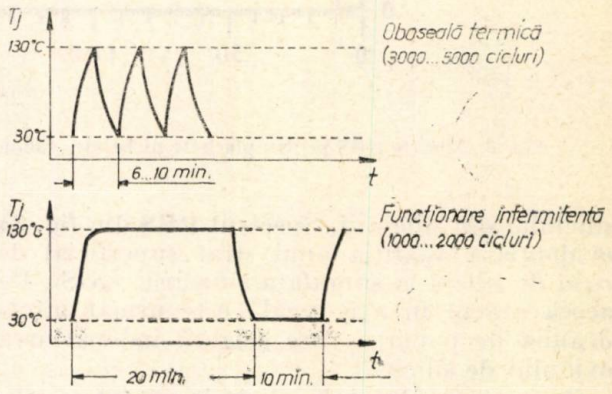



Fig. 1. Diagrama încărcări termice în funcţie de timp la încercările de oboseală termică şi funcţionare intermitentă.

Pentru evaluarea eficienţei metodei s-a studiat comportarea la încercarea de funcţionare intermitentă a patru tipuri de punţi redresoare monofazate realizate în diferite variante tehnologice. În tabelul 1 sînt prezentate elementele tehnologice caracteristice pentru aceste punţi.

Încercarea de funcţionare intermitentă a constat în cicluri : 20 min încărcare electrică identică cu cea precizată în standarde pentru funcţionare continuă de durată, 10 min pauză.

Criteriile de evaluare a efectelor acestui regim asupra dispozitivelor au fost următoarele :

— creşterea $V_F$ cu 10% ;

— creşterea $Z_{th}$ cu 100% ;

— depăşirea valorii $I_R$ stipulată în STR.

Aceste criterii permit evidenţierea fenomenelor de degradare a fiabilităţii încă în fază incipientă.

În fig. 2 sînt prezentate rezultatele obţinute în urma aplicării metodei de funcţionare intermitentă pe mai multe loturi de punţi.

## Rezultate

Punctele semnifică debutul defectării eşantioanelor testate (cel puţin 10% defecte în eşantion). Pentru comparaţie s-a trasat curba limită pentru aliaje moi rezultată din încercările altor autori [1].

*Tabelul 1*

| Element caracteristic | Tip punte | | | |
|---|---|---|---|---|
| | BC 1500 | 1PM | 3PM | 4PM |
| Incapsulare | mulare în răşină | capsulă plastic umplută | capsulă plastic umplută | mulare în răşină |
| Metalizare structură | Ti/Ni/Ag (vid) | Ni/Au (chimic) | Ni/Au (chimic) | Ti/Ni/Ag (vid) |
| Aliaj de lipire | PbAgIn | PbAgIn | PbSn | PbAgIn |
| Pasivare | sticlă | silastenă | silastenă | sticlă |
| Aria structurii ($mm^2$) | 2,25 | 1,4 | 12 | 4,5 |

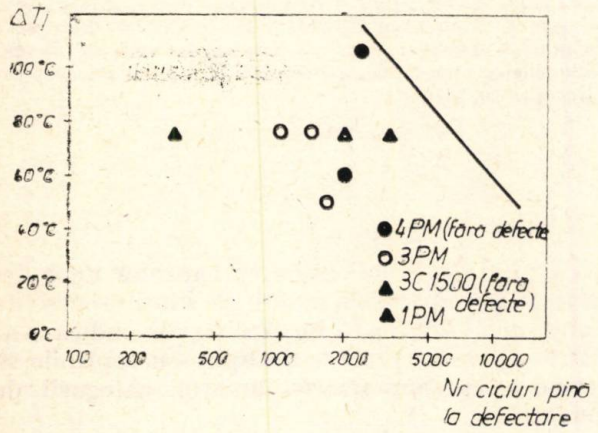



Fig. 2. Rezultatele încercării de funcţionare intermitentă

## Concluzii

Încercarea de funcţionare intermitentă relevă mecanisme de defectare pe care funcţionarea continuă nn le evidenţiază : degradarea contactului siliciu-electrozi, histerezis pe caracteristica de conducţie, întreruperi contacte etc. Rezultatele obţinute la încercarea de funcţionare intermitentă au o corelaţie superioară cu rezultatele obţinute din exploatare.

Metoda permite ierarhizarea calitativă a sistemelor de montaj (metalizări şi aliaje utilizate).

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Marmann A.* : Microel. and Reliab., v. 15, p. 69 (1976).

# Corelaţii tehnologie — fiabilitate în procesul de lipire al unor componente electronice

IOAN C. BACIVAROF*

**REZUMAT**

Alegerea corespunzătoare a tehnologiei de lipire şi stabilirea unei structuri optimale a procesului de lipire au o influenţă hotărîtoare atît asupra calităţii conexiunilor prin lipire obţinute, cît şi asupra fiabilităţii componentelor ce trebuie lipite.

În prima parte a lucrării este studiată interacţiunea factorilor care concură la realizarea unor conexiuni prin lipire fiabile în aparatura electronică.

În continuare, pornind de la investigarea cauzelor unor defecte ale componentelor electronice pasive ce pot apărea în condiţiile unor procese de lipire neoptimale, sînt propuse variante ale acestor tehnologii susceptibile să conducă la minimizarea acestor categorii de defecte.

**Abstract**

In the first part of this paper the problem of the quality of solder joints in electronic equipments is analysed. The quality of solder joints is determined by a number of closely dependent factors : soldering materials (fluxes, solder alloys etc.), the design, the manufacturing methods and the type of PCB, the preparing and the mounting of components to be soldered, the soldering parameters and their control, the post-soldering cleaning, the methods for quality control of solder joints a.s.o. The interaction of these factors is critical, especially for automatic soldering processes. In the second part of the paper, the structure of some optimal soldering processes — in order to reduce the failure of soldered components — is sugested. Minimizing the possibility of in-service failures of the completed boards due to thermally-induced micro cracks in multilayer ceramic capacitors is centred around providing adequate preheating and avoiding rapid rates of heating or cooling within the solder process.

**Résumé**

Le choix adéquat de la technologie du brasage et l'établissement d'une structure optimale du procès de brasage ont une influence décisive tant sur la qualité des connexions obtenues par brasage quant sur la fiabilité des composantes qui doivent être brasées. Dans la première part de l'ouvrage on étudie l'interaction des facteurs qui concourrent à la réalisation des connexion par brasage fiables dans l'appareillage électrique. En continuant, partand de l'investigation des causes des défauts des composantes électroniques passives qui peuvent apparaître dans les conditions des procès de brasage non-optimaux, on propose des variantes de ces technologies susceptibles à conduir à la minimisation de ces catégories des défauts.

## 1. Introducere

Problema *fiabilităţii componentelor electronice* trebuie abordată în strînsă corelaţie cu problemele privind *calitatea* şi *fiabilitatea proceselor tehnologice* de interconectare a acestora în subsistemele din care fac parte.

Analizîndu-se în cele ce urmează tehnologia de interconectare cea mai utilizată în electronică — cea de *lipire* — va fi evidenţiat modul în care un proces tehnologic de lipire proiectat sau controlat necorespunzător poate afecta în mod negativ fiabilitatea componentelor electronice ce trebuie interconectate.

Spre exemplificare se va avea în vedere *tehnologia montării pe suprafaţă* (TMS), în plină expansiune pe plan mondial, şi o categorie de componente electronice pasive larg utilizată în ansamblele electronice realizate în această tehnologie şi anume condensatoarele ceramice multistrat (CCMS).

Pornind de la investigarea cauzelor unor defecte ce pot apărea în condiţiile unor procese de lipire neoptimale, în lucrare se vor indica variante ale unor procese de lipire susceptibile să conducă la minimizarea acestor categorii de defecte.

## 2. Consideraţii privind calitatea conexiunilor prin lipire

*Calitatea conexiunilor prin lipire* din aparatura electronică este determinată de mai mulţi factori, interdependenţi între ei, între care se menţionează caracteristicile materialelor utilizate pentru lipire, modul de proiectare, realizare şi tipul cablajului imprimat utilizat ca suport pentru lipire, tipul şi modul de pregătire şi montare (în tehnologie „clasică" sau TMS) a componentelor electronice ce trebuie lipite, tehnologia de lipire utilizată, modul de proiectare a procesului tehnologic de lipire şi de ţinere sub control a parametrilor acestuia, modul de curăţire post lipire, metodele utilizate pentru controlul calităţii conexiunilor prin lipire ş.a. *Interacţiunea* acestor factori este *critică*, în special în cazul lipirii automate [1].

* Institutul Politehnic Bucureşti, Catedra Tehnologie Electronică şi Fiabilitate, Facultatea Electronică şi Telecomunicaţii.

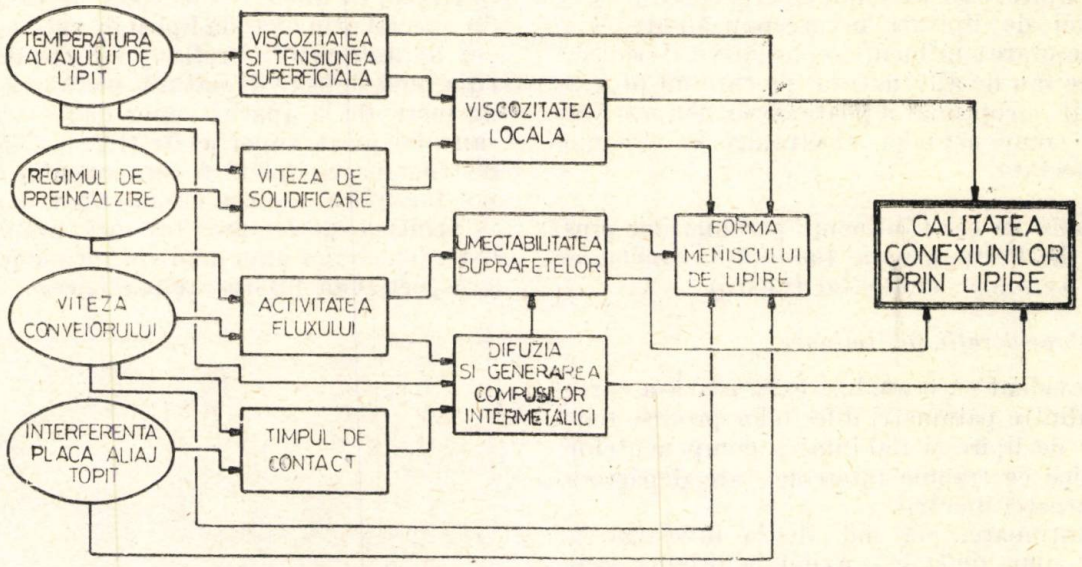



Fig. 1. Corelaţia dintre parametri procesului tehnologic de lipire în val şi calitatea conexiunilor prin lipire obţinute.

Spre exemplificare, în figura 1 este evidenţiat mecanismul prin care principalii parametri ai procesului tehnologic de lipire în val * influenţează calitatea conexiunilor prin lipire obţinute.

Realizarea în condiţii de *eficienţă economică* a nivelului calitativ ridicat cerut echipamentelor electronice actuale presupune — în afara altor constrîngeri tehnologice, legate de fiabilitatea componentelor ş.a. — şi realizarea iniţială (deci fără a mai fi necesare intervenţii corective ulterioare) a unor conexiuni prin lipire corespunzătoare calitativ. Aceasta se impune în mod special pentru echipamentele realizate prin TMS, care necesită — pentru realizarea unui acelaşi tip de montaj — un număr şi o densitate mai mare de conexiuni prin lipire. Acest lucru rezultă şi din figura 2, în care a fost reprezentată grafic variaţia probabilităţii $P^*$ ca un ansamblu electronic să fie corespunzător din punctul de vedere al calităţii conexiunilor prin lipire în funcţie de numărul acestora, pentru diferite valori ale probabilităţilor $p$ ca o conexiune prin lipire să fie necorespunzătoare calitativ.

În scopul creşterii valorii lui $P^*$, deci a minimizării proporţiei defectelor de lipire se impune o optimizare a procesului de lipire, studiindu-se cu ajutorul tehnicilor *analizei dispersionale* influenţa parametrilor $l_i$ ai procesului de lipire asupra diferitelor categorii $d_j$ de defecte de lipire. Este indicată utilizarea în acest

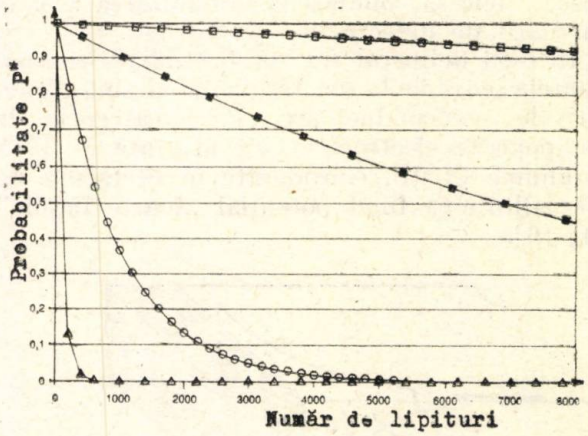



Fig. 2. Variaţia lui $P^*$ în funcţie de numărul conexiunilor prin lipire, pentru diferite valori ale lui $p$
($\Delta p = 0$ ppm ; ○ $p = 5$ ppm ; ■ $p = 20$ ppm ; □ $p = 40$ ppm)

scop a unui model de *analiză dispersională n-factorială* cu repetiţii, de tipul celui prezentat în [2], care permite estimarea interacţiunii factorilor studiaţi. Este astfel posibil să se determine care dintre factorii procesului de lipire este semnificativ pentru cazul analizat, precum şi dacă interacţiunea diferiţilor factori luaţi doi cîte doi, trei cîte trei, . . ., sau toţi împreună este semnificativă.

Dacă aspectul pur matematic al problemei nu ridică dificultăţi deosebite, stabilirea valorilor diferitelor categorii de parametri care intervin în această analiză, presupune o stăpînire perfectă a tehnologiei de lipire studiată (în val, în infraroşu, tip „reflow" etc.), precum şi strîngerea şi prelucrarea statistică a unui volum considerabil de date experimentale.

Pe baza unei asemenea analize devine însă posibilă o *proiectare optimală* a procesului tehno-

* *Lipirea în val* constituie cea mai utilizată tehnică de lipire în cazul producţiei de serie mare în industria electronică; se estimează că circa 75% dintre plăcile de cablaj imprimat produse pe plan mondial în industria electronică sînt echipate cu componente prin această metodă de mare productivitate.

logic de lipire, care să conducă atît la reducerea proporţiei de lipituri necorespunzătoare, cît şi la micşorarea influenţelor negative (termice, mecanice sau de altă natură) pe care un proces tehnologic neoptimal îl poate avea asupra fiabilităţii componentelor electronice ce trebuie interconectate.

### 3. Studiu de caz : influenţa parametrilor procesului de lipire asupra fiabilităţii condensatoarelor ceramice multistrat (CCMS)

#### 3.1. *Consideraţii preliminare*

Este evident că o analiză exhaustivă a corelaţiilor dintre parametri diferitelor procese tehnologice de lipire şi fiabilitatea componentelor electronice ce trebuie interconectate depăşeşte cadrul acestei lucrări.

În continuare, pornind de la investigarea cauzelor unor defecte — avînd la origine solicitări de natură termică — ale componentelor destinate montării pe suprafaţă, se vor indica variante ale unor procese tehnologice de lipire susceptibile să conducă la minimizarea acestei categorii de defecte.

În mod deliberat nu vor fi studiate componentele sensibile la şoc termic, cum sînt dispozitivele semiconductoare, ci o categorie de componente electronice larg utilizate în TMS şi anume CCMS, considerate în literatura de specialitate ca fiind potenţial „foarte fiabile" [4] [6].

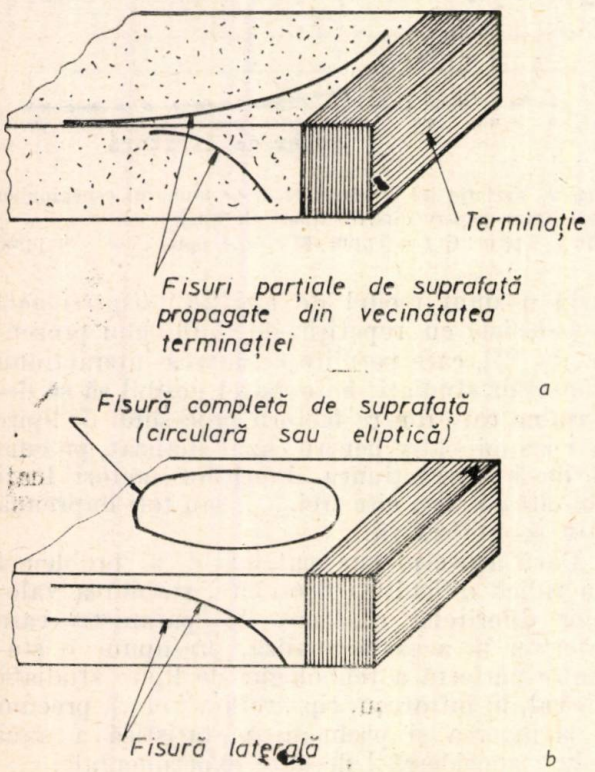



Fig. 3. Tipuri de fisuri superficiale ale CCMS datorate şocurilor termice.

Totuşi, în unele cazuri, pentru CCMS lipite (în special prin metoda lipirii în val, dar şi prin cea a „retopirii" — reflow) s-a constatat apariţia unor defecte de natură mecanică ; acestea au mers de la apariţia unor fisuri — mai mult sau mai puţin superficiale (fig. 3 şi 5) pînă la distrugerea completă a componentei (fig. 4) şi pot fi explicate — aşa cum se va vedea ulterior — printr-o proiectare termică necorespunzătoare (existenţa unui gradient termic prea mare) a respectivelor procese tehnologice.

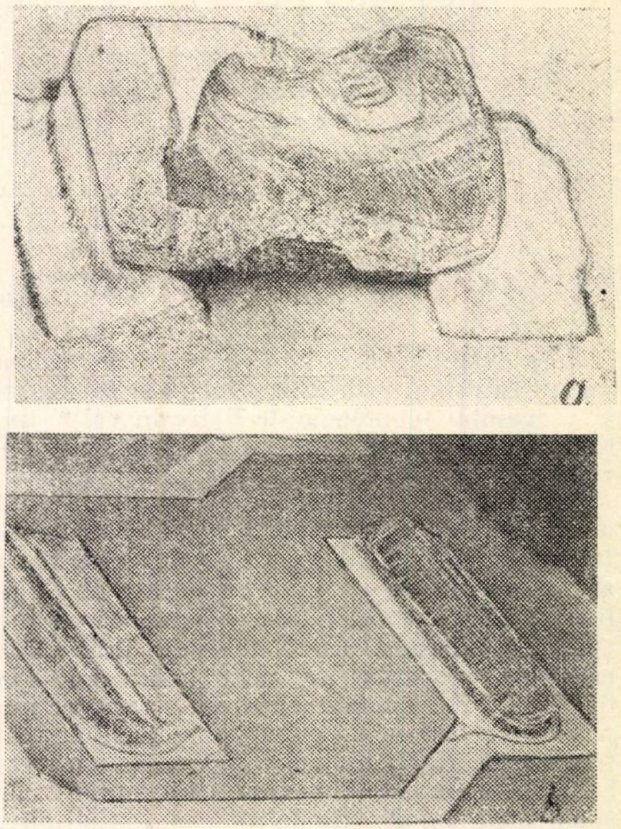



Fig. 4. Microfotografii evidenţiind distrugerea unor CCMS în TMS ca urmare a unui gradient termic prea mare în cazul lipirii în val :
*a*. fisurarea profundă a CCMS ;
b. resturile unui CCMS de mari dimensiuni.

Explicaţia acestor defecte trebuie să aibă în vedere structura compusă a CCMS, precum şi diferenţele dintre coeficienţii de dilatare termică (c.d.t,) a materialelor care compunCCMS precum şi ai suportului pe care acesta este montat.

Un CCMS este realizat din straturi succesive de dielectric (un material ceramic, de obicei pe bază de titanat de bariu, avînd c.d.t. de aprox. 10 ppm/°C) şi material conductor (un aliaj de AgPd, cu c.d.t. de 19,6 ppm/°C).

CCMS se conectează în montajele realizate în TMS utilizînd cele două „terminaţii" ale sale, obţinute prin scurtcircuitarea (folosind tot un aliaj AgPd) armăturilor pare, pe o parte, respectiv a armăturilor impare, pe cealaltă parte.

Atunci cînd un CCMS este încălzit relativ brusc — în procesul de lipire — datorită faptului că aliajul AgPd al armăturilor este un conducător termic mai bun (419 $W/10^{-3}$ K) decît materialul ceramic (4 . . .5 $W/10^{-3}$ K) pot apărea tensiuni interne ce pot genera fisuri. În plus, terminaţiile CCMS dilatîndu-se mai rapid decît materialul ceramic vor exercita o forţă de întindere suplimentară, care — în special în cazul CCMS de dimensiuni mai mari — pot conduce la apariţia unor fisuri de formă eliptică vizibile pe faţa superioară a CCMS (fig. 3).

Un caz aparte îl constituie apariţia unor microfisuri sub suprafaţa vizibilă a CCMS. Acestea se propagă — pornind de la terminaţii — de-a lungul liniilor izoterme în interiorul componentei (fig. 5*a*) şi au la origine tot un gradient termic prea mare în timpul preîncălzirii sau lipirii propriu-zise. Nefiind detectabilă printr-o simplă examinare vizuală externă a componentei, este o defectare insidioasă, mai ales că defectarea electrică a unui CCMS prezentînd acest tip de microfisuri poate interveni doar după un oarecare timp de funcţionare al montajului în care este conectată componenta (fig. 5*b*).

În practică este totuşi posibilă detectarea unor astfel de defecte supunînd CCMS la o

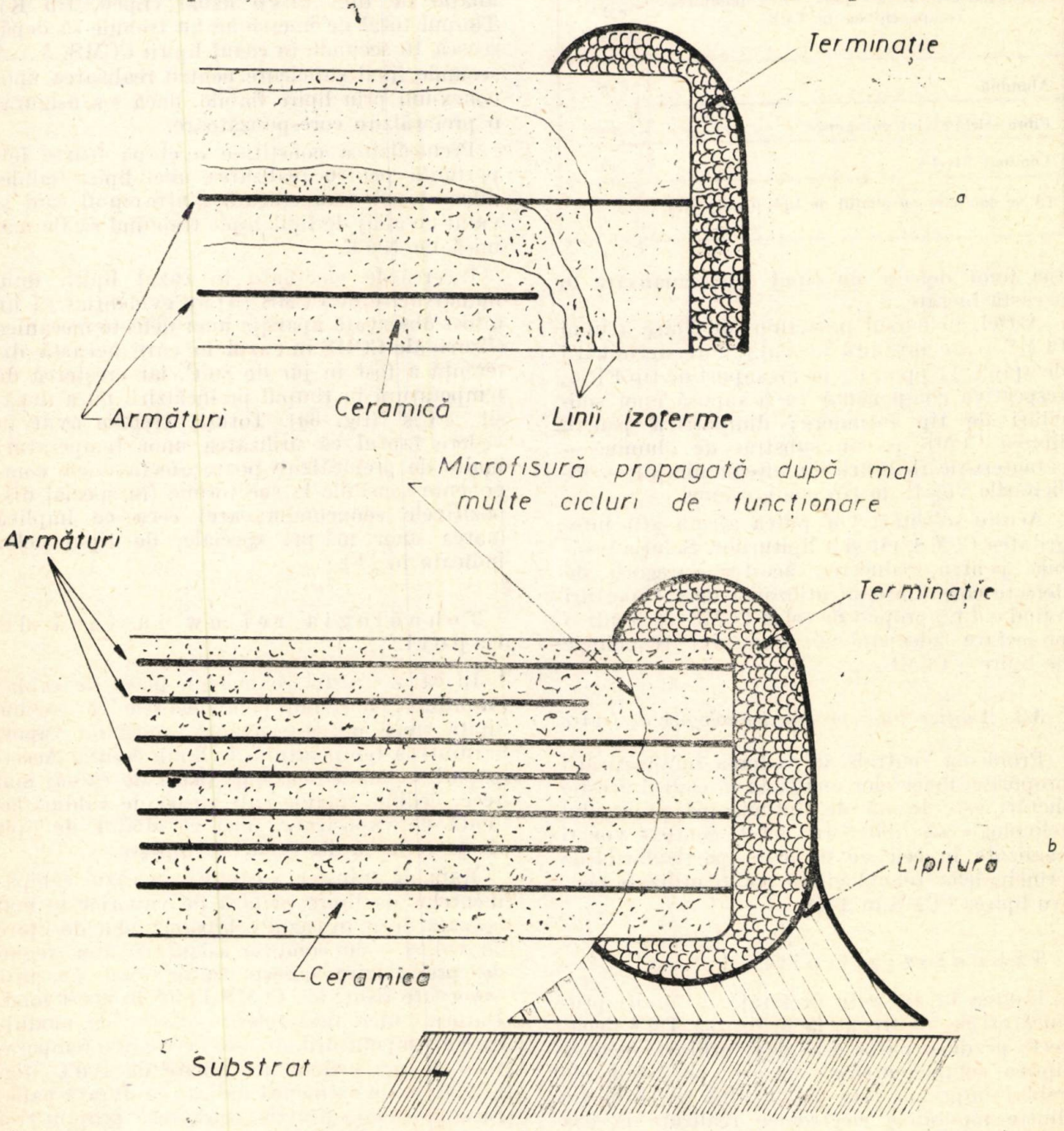



Fig. 5. Microfisuri interne ale CCMS datorate şocurilor termice.

încercare privind rezistența de izolație, aplicînd o tensiune electrică înaltă în condiții de temperatură (85°C) și umiditate relativă (85%) ridicate, deoarece aceste microfisuri tind să micșoreze rezistența de izolație a CCMS, în principal datorită faptului că permit înmagazinarea umezelii.

De asemenea, diferențele dintre c.d.t. ale CCMS și suportul pe care acestea sînt montate în TMS (tabelul 1) pot constitui cauza apariției unor defecte de tipul celor analizate în această lucrare.

*Tabelul 1*

| Material utilizat ca suport pentru montarea componentelor în TMS | Valoarea c.d.t. (ppm/°C) |
|---|---|
| Alumină | 7 |
| Fibre sticlă/rășini polimidice | 12 |
| Laminat FR-4 | 18 |
| (A se compara cu aliajul de lipit uzual: 27) | |

Astfel, în cursul procesului de lipire a unui CCMS (care prezintă un c.d.t. inter-terminații de aprox. 11 ppm/°C) pe un suport de tip FR-4, respectiva componentă va fi supusă unor solicitări de tip întindere; dimpotrivă pentru lipirea CCMS pe un substrat de alumină — caracteristic realizării circuitelor hibride — solicitările vor fi de tip compresiune.

Aceste solicitări vor putea afecta atît integritatea CCMS, cît și a lipiturilor. Soluția posibilă pentru reducerea acestor categorii de defecte constă atît în utilizarea unor suporturi avînd c.d.t. apropiat de cel al CCMS cît și într-o proiectare adecvată a procesului tehnologic de lipire a CCMS.

### 3.2. *Analiza unor procese tehnologice de lipire*

Problema centrală în vederea minimalizării proporției defectelor analizate în cadrul acestei lucrări este legată de optimizarea procesului tehnologic de lipire. În acest context vor fi analizate în cele ce urmează particularitățile principalelor tehnologii ce pot fi utilizate pentru lipirea CCMS în TMS.

#### Tehnologia lipirii în val

Lipirea în val este preferată de mulți producători ce au trecut la utilizarea TMS deoarece, pe de o parte este deja utilizată pentru lipirea componentelor „clasice" pe plăcile de cablaj imprimat, iar pe de altă parte multe dintre montajele electronice realizate la ora actuală au o structură mixtă, utilizînd atît componente cu terminale, cît și componente pentru TMS.

Totuși, în practică s-a constatat că lipirea în val — în varianta uzuală — este o tehnologie care poate pune probleme de fiabilitate CCMS, devenind necesară o altă reglare a instalației față de cazul lipirii componentelor cu terminale.

Astfel temperatura de 250—260°C, utilizată în mod uzual, poate deveni periculoasă din punctul de vedere al șocului termic, în cazul CCMS, evaluările experimentale evidențiind că o temperatură de 232°C este suficientă pentru aliajul de lipit SnPb uzual (Lp60, tip K). Timpul total de imersiune nu trebuie să depășească 10 secunde în cazul lipirii CCMS, 5...7 secunde fiind suficiente pentru realizarea unor conexiuni prin lipire fiabile, dacă s-a asigurat o preîncălzire corespunzătoare.

Preîncălzirea constituie o etapă foarte importantă pentru realizarea unei lipiri fiabile, diferența de temperatură dintre cip-ul cald și valul de aliaj de lipit topit trebuind să fie mai mică de 100°C.

Încercările efectuate în cazul lipirii unui număr mare de CCMS [5] au evidențiat că nu a fost observată apariția unor defecte mecanice (fisuri) ale CCMS în cazul în care această diferență a fost în jur de 80°C, iar creșterea de temperatură în timpul preîncălzirii nu a depășit 4°C/s (fig. 6*a*). Totuși, trebuie avut în vedere faptul că utilizarea unor temperaturi înalte de preîncălzire poate afecta unele componente sensibile la șoc termic (în special dispozitivele semiconductoare) ceea ce implică luarea unor măsuri speciale, de tipul celor indicate în [1].

#### Tehnologia reflow în fază de vapori

În cazul acestei tehnologii, placa de cablaj imprimat conținînd componentele ce trebuie lipite trece printr-o incintă conținînd vapori saturați la temperatura de lipire cerută. Acești vapori se condensează pe placa de cablaj mai rece, cedînd energie sub formă de căldură latentă de vaporizare, pînă ce aliajul de lipit de pe terminațiile CCMS se topește.

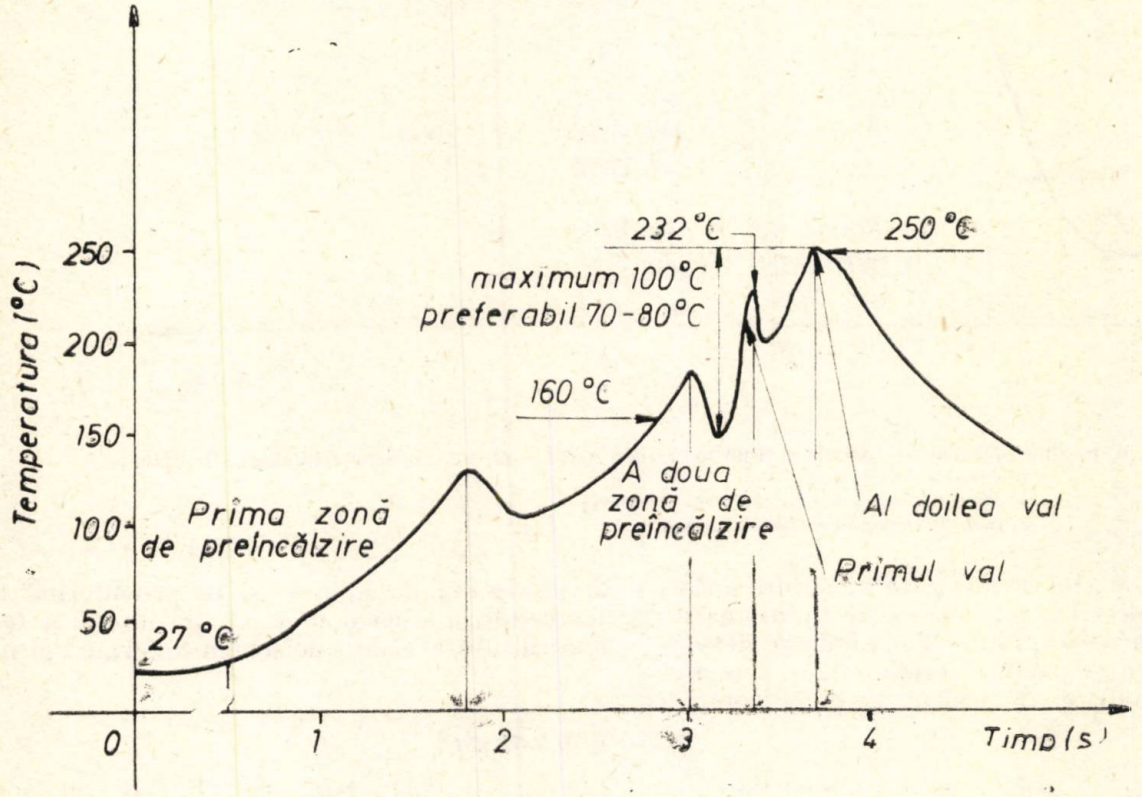
Rata de transfer a căldurii în cazul echipamentelor de lipire în fază de vapori este mai scăzută decît în cazul echipamentelor de lipire în val și — cu condiția asigurării unui regim de preîncălzire corespunzător — nu au fost observate fisuri ale CCMS lipite în acest mod. Datorită unei rate relativ scăzute de modificare a temperaturii, nu este necesară o temperatură de preîncălzire mai mare de 100°C (fig. 6*b*). Este, de asemenea indicat ca durata palierului în incinta pentru „retopirea" propriu-zisă să nu depășească un minut, timpi mai lungi

afectînd atît componentele ce trebuie lipite cît și suportul pe care acestea sînt montate (în special cablajele imprimate pe bază de rășini epoxi).

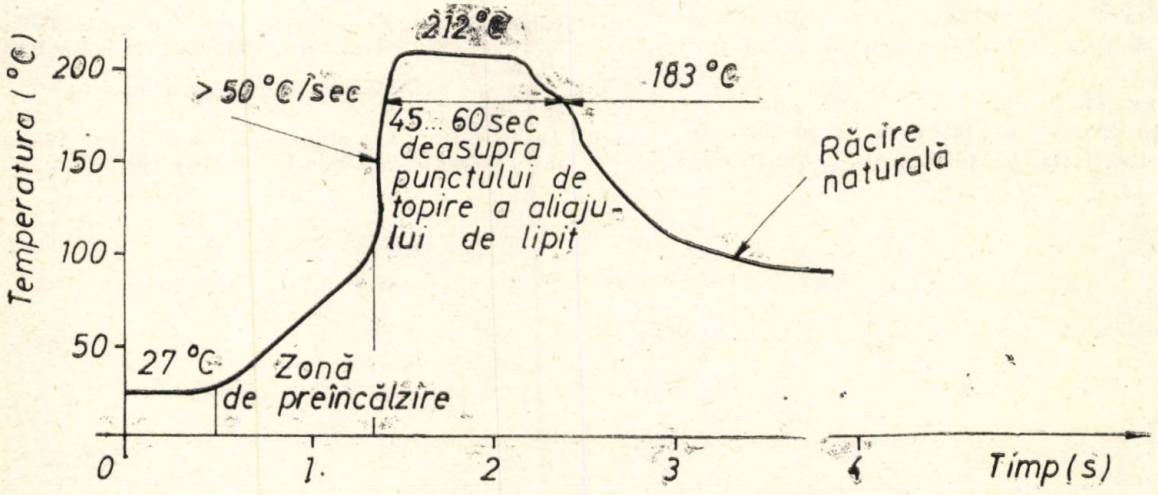
Tehnologia reflow în infraroșu

Metoda lipirii reflow (prin „retopire") în infraroșu este o tehnologie foarte sigură din punctul de vedere al integrității CCMS, deoarece implică o rată de transfer a căldurii redusă; energia este absorbită în mod preferențial de către substrat și este transferată terminațiilor componentei prin conducție de suprafață.

Este aprioric necesară stabilirea unei durate optime a „retopirii", deoarece timpi prea scurți pot conduce la lipituri necorespunzătoare, iar timpi prea lungi conduc la aceleași efecte nedorite menționate în cazul tehnologiei reflow în fază de vapori.




a




b

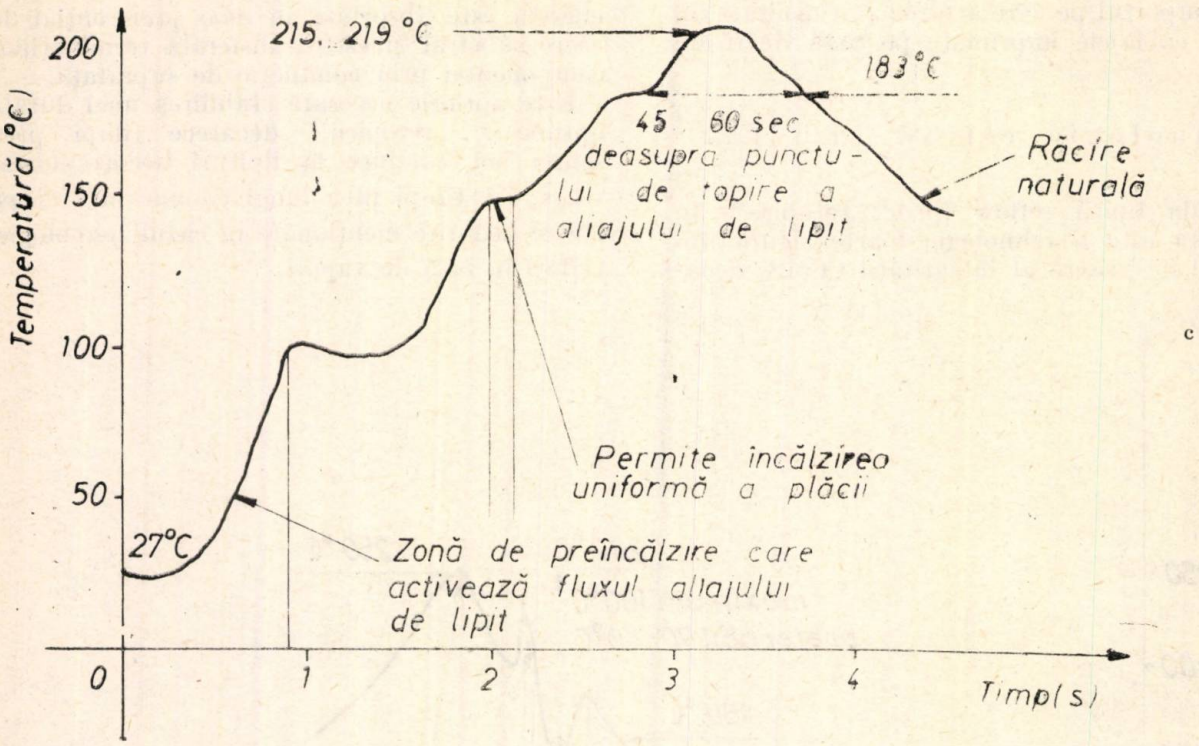



Fig. 6. Profiluri optimale — conducînd la un șoc termic redus — ale unor procese tehnologice de lipire:
*a*. cazul lipirii în val;
*b*. cazul tehnologiei reflow în fază de vapori;
*c*. cazul tehnologiei reflow în infraroșu

În figura 6 sînt evidențiate structuri optimale ale proceselor tehnologice de lipire analizate anterior, susceptibile să minimizeze defectele — datorate șocului termic — ale componentelor studiate în cadrul acestei lucrări.

## 4. Concluzii

În lucrare a fost evidențiat faptul că alegerea corespunzătoare a tehnologiei de lipire și stabilirea unei structuri optimale a procesului de lipire au o influență determinantă nu numai asupra calității conexiunilor prin lipire obținute, ci și asupra fiabilității componentelor ce trebuie lipite.

Considerăm că în cazul instalațiilor de lipire automată se impune utilizarea unor sisteme de control în timp real a principalilor parametri ai procesului de lipire — și în primul rînd a temperaturii — ca o premiză obligatorie a reducerii substanțiale a defectelor datorate lipirii.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Bacivarof, I. C.* : Conexiuni prin lipire în aparatura electronică, Editura tehnică, București, 1984.
[2] *Bacivarof, I. C.* : Analiza dispersională și programarea experiențelor în Teoria fiabilității și control statistic (coordonator V. *M. Cătuneanu*), Ed. Institutului Politehnic București, 1973, pp. 205—243.
[3] *Clifton, L.* : IPC Technical Revue, nr. 4 1988 pp. 19—22.
[4] *Kilano, M.* ș.a. : Proceedings of the 26th Annual Reliability Physics Symposium, Monterey, U.S.A., 1988, pp. 90—95.
[5] *Foster, G.* : Electronic Production, nr. 4, 1988, pp. 35—39.
[6] *DeMatos, H.* : Proceedings Capacitor & Resistor Technical Symposium, San Diego, U.S.A., 1989, pp. 25—31.

# Asupra comportării diodelor cu avalanşă controlată în condiţiile unor factori de stress: iradiere cu neutroni şi iradiere $\gamma$

*EUGENIA HĂLĂGEAN*, MARIAN UDREA**, NICOLAE DRAGOMIR***, IRINA NEGOESCU**** AURELIA CREŢU***

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă comportarea diodelor cu avalanşă controlată (tip D1A8, producător IPRS-Băneasa), după iradiere gama, doze cuprinse în domeniul $10^4 \ldots 10^7$ rad şi după iradiere cu neutroni rapizi, fluenţe cuprinse în domeniile $10^{12} \ldots 10^{13}$ cm$^{-2}$. Sînt discutate modificările caracteristicilor electrice. Studiul poate fi util proiectanţilor de echipamente electronice destinate centralelor nuclearo-electrice.

**Abstract**

The paper deals with the behaviour of controlled avalanche silicon diodes (type D1A8, manufactured by IPRS-Băneasa), after gamma irradiation, dose levels of $10^4 \ldots 10^7$ rad and fast neutrons irradiation, fluence levels of $10^{12} \ldots 10^{13}$ cm$^{-2}$. Change of the electrical characteristics of the diodes are discussed. The study is intended to be useful for electronical equipament designers for nuclear power-stations.

CUVINTE CHEIE: avalanche silicon diode
neutron irradiation
electrical characteristics

**Résumé**

L'ouvrage presente le comportement des diodes à avalanche controllée (type D1A8, producteur IPRS Băneasa), après irradiation gamma avec des doses comprises entre $10^4 \ldots 10^7$ rads et aprèe une irradiation par neutrons rapides, des fluences entre $10^{12} \ldots 10^{13}$ cm$^{-2}$. On discute des changements des caractéristiques électriques. L'étude peut être utile pour des pojeteurs d'équipements électriques destinées aux centrales nucléairo-électriques.

## Introducere

Este prezentat un studiu comparativ privind modificarea caracteristicilor electrice ale diodelor cu avalanşă controlată tip D1A8, tehnologie MESA la iradiere cu neutroni şi la iradieri $\gamma$. În cazul centralelor nucleare, fondul de radiaţii provenite din reactorul nuclear este în general de intensitate constantă, iar protecţia între reactor şi comanda electronică atenuează în principal neutronii în măsură mai mare decît radiaţia $\gamma$.

## Consideraţii teoretice

Modificarea caracteristicilor electrice ale diodelor D1A8 la iradiere are la bază efectele fundamentale ale radiaţiilor alese pentru expunere asupra materialelor de bază: dislocări şi ionizări. Dislocările constau în scoaterea unui electron orbital şi producerea de atomi ionizaţi şi electroni liberi. În centralele nucleare, efectele de dislocare a atomilor pot fi produse în special de neutroni sau de radiaţii $\gamma$, în timp ce efectele de ionizare se datorează în totalitate radiaţiilor $\gamma$.

Celor două tipuri de efecte fundamentale ale interacţiei radiaţie-substanţă constituie mecanisme de degradare la iradiere a diodelor D1A8 concretizate în variaţia parametrilor electrici ai acestora. Este prezentat un mod de corelare a mecanismelor de degradare cu parametrii electrici influenţaţi de acestea, avînd în vedere detaliile de proiectare şi funcţionare ale diodei cu avalanşă controlată, D1A8 tehnologie MESA, considerate cunoscute.

## Partea experimentală

Prezentul studiu s-a efectuat utilizînd două surse de radiaţii: canalul vertical 43/4 al reactorului VVR-S, I.F.I.N. pentru neutroni rapizi ($E > 1$, 1 MeV) şi sursa $Co^{60}$ din IFTAR, pentru radiaţii $\gamma$ ($1{,}17 < E < 1{,}33$ MeV). Iradierile s-au efectuat în trepte: pentru neutroni rapizi [1] s-au utilizat fluenţe cuprinse între $10^{12}$ şi $10^{13}$ n/cm$^2$, iar pentru radiaţii $\gamma$ doze cuprinse între $10^4$ şi $10^7$ rad. Controlul fluenţei şi al dozei s-a făcut avînd în vedere practica uzuală de a ignora orice atenuare a radiaţiei pentru neutroni cu energii de sute de KeV şi mai mari, caz în care se încadrează prezentul experiment [2].

* Centrul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Componente Electronice
** Intreprinderea de Piese Radio şi Semiconductoare
*** Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară
**** Institutul de Fizică şi Tehnologia Aparaturii pentru Radiaţii

S-au utilizat diode D1A8, capsula F126, producție IPRS, din două loturi de fabricație. S-au caracterizat inițial și după iradiere prin măsurarea parametrilor:

| Parametru | Tensiune directă în conducție | Timp de revenire în invers | Curent rezidual la rece și la cald | Tensiune de avalanșă |
|---|---|---|---|---|
| Simbol U/M | $V_F$(V) | $t_{rr}$(μs) | $I_R$; $I_R$ (nA) (μA) | $V_{RA}$(V) |
| Condiții de măsurare | $I_F = 1$ A<br>$T = 25$°C | $I_F/I_R/I_{RR}$(mA)<br>100/200/50 | $V_R = 800$ V; $V_R = 800$ V<br>$T = 25$°C; $T = 100$°C | $I_R = 100$ μA<br>$T = 25$°C |

Valorile măsurate pe diode neiradiate s-au notat cu indicele 0 la dreapta simbolului ($V_{F0}$, $I_{R0}$ etc.), simbolurile fără acest indice reprezintă valori măsurate pe diode iradiate.

## Rezultate și discuții

S-a obținut variația relativă a parametrilor diodei D1A8 funcție de fluență la iradiere cu neutroni rapizi (fig. 1, 2) și funcție de doză la iradierile γ (fig. 3, 4).

Se desprind următoarele concluzii:

— tensiunea de avalanșă $V_{RA}$ nu s-a modificat;

— la iradiere cu neutroni rapizi la fluențe de $10^{12}...10^{13}$ n/cm² s-a constatat o creștere semnificativă a parametrului $V_F$, o scădere apreciabilă a parametrului $t_{rr}$ și o creștere a curentului rezidual, mai pronunțată pentru valoarea măsurată la 25°C;

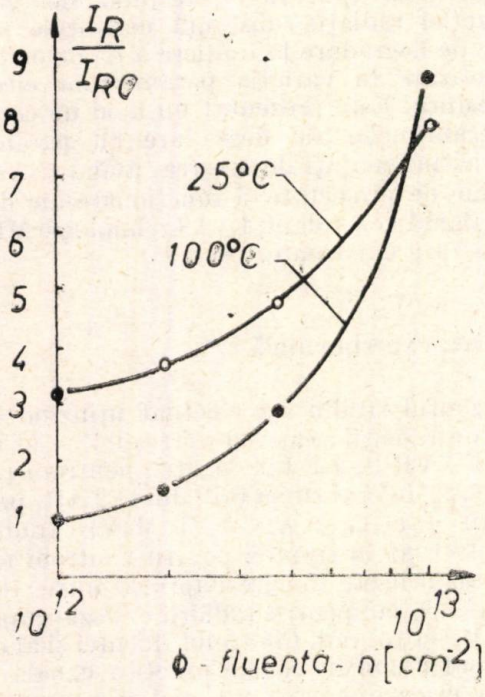



Fig. 1. Variația raportului curent rezidual relativ $I_R/I_{R_0}$ la 25°C, respectiv 100°C, funcție de fluență la iradiere cu neutroni rapizi.

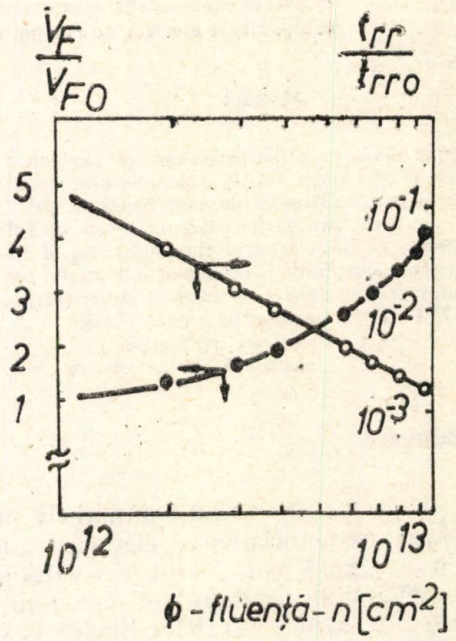



Fig. 2. Variația rapoartelor: (●) tensiune directă relativă $V_F/V_{F0}$, respectiv (○) timp de revenire în invers relativ, $t_{rr}/t_{rr0}$, funcție de fluență la iradiere cu n rapizi.

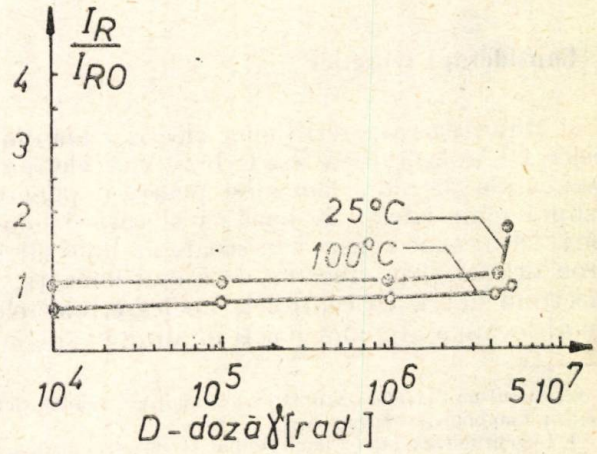



Fig. 3. Variația raportului curent rezidual relativ $I_R/I_{R_0}$ la 25°C, respectiv 100°C, funcție de doză la iradiere γ, sursă $Co^{60}$.

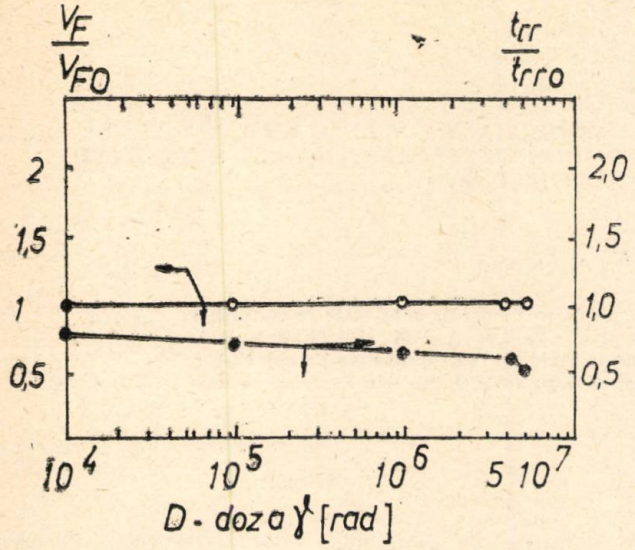



Fig. 4. Variația rapoartelor: (○) tensiune directă relativă $V_F/V_{F_0}$, respectiv (●) timp de revenire în invers relativ, $t_{rr}/t_{rro}$, funcție de doză la iradiere, sursă $Co^{60}$

— la iradiere γ în domeniul de doză $10^4 \ldots 10^7$ rad s-a constatat menținerea valorii inițiale pentru $V_F$, scăderea parametrului $t_{rr}$ și evoluția complexă a valorii curentului rezidual: la 100°C scade pe intervalul $10^4 \ldots .4.10^6$ rad pentru ca apoi să crească lent; la 25°C se menține constant pînă la doza de $4.10^6$ rad, apoi începe să crească.

Efectele de volum, stabile la temperatura ambiantă la încetarea iradierii determină modificarea parametrilor $V_F$, $t_{rr}$, $I_R$ la 100°C. Mecanismul ce conduce la aceste efecte constă în dislocarea atomilor și apariția imperfecțiunilor fizice în structura cristalină, cu rol de centri de recombinare, efect preponderent la iradierea cu neutroni rapizi.

Efectele de suprafață, cvasistabile sau tranziente, se datoresc modificării proprietăților stratului de pasivare, determinînd creșterea curenților reziduali ai diodei în blocare la 25°C; aceste efecte sînt evidente la iradierea cu neutroni rapizi în domeniul de fluență ales și pot fi preponderente la iradieri γ, dar numai la doze mai mari de $10^6$ rad. Scăderea curentului rezidual la 100°C, evidentă la iradieri γ, doze cuprinse între $10^4$ și $10^6$ rad, poate fi corelată cu fenomene de modificarea proprietăților pasivantului (silastenă), concretizată în reducerea contribuției curentului rezidual de suprafață și accentuarea contribuției efectelor de volum în măsurarea la 100°C.

## Concluzii

S-a studiat modul de variație al parametrilor diodei D1A8 la iradiere cu neutroni rapizi și la iradiere γ. S-au observat creșteri ale curenților reziduali la 25°C și la 100°C, ale tensiunilor directe însoțite de scăderi ale timpului de revenire în invers la iradiere cu neutroni rapizi, fluențe cuprinse între $10^{12}$ și $10^{13}$ $cm^{-2}$. La iradieri γ, apar creșteri semnificative ale curenților reziduali la 25°C și 100°C, numai la doze $> 4.10^6$ rad.

Studiul poate fi util în proiectarea circuitelor electronice ale centralelor nuclearo-electrice.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Hălmăgean, E., Didiv, D., Vițoreanu, G., Mândruțeanu, G., Nicorești eanu, S.* : Brevet RSR 70920
[2] *Larin, E.* : Radiation Effects in Semiconductor Devices, J. Wiley & Sons, Inc., NY, 1968.

# Evaluarea fiabilităţii circuitelor integrate la funcţionarea în condiţii de căldură umedă

*MARIUS BÂZU, RODICA PLUGARU, ANCA STOICA, MIHAI TĂZLĂUANU, LUCIAN GĂLĂŢEANU, VIRGIL ILIAN**

**REZUMAT**

Sînt prezentate rezultatele obţinute la efectuarea testelor accelerate în condiţiile funcţionării la 25°C/85% umiditate relativă RH, 95°C/60% RH şi 95°C/40% RH, pentru circuite integrate liniare. Datele experimentale au fost prelucrate pe calculator conform unui model Reich-Hakim generalizat şi s-au stabilit limitele de temperatură şi umiditate pentru aplicarea modelului.

**Abstract**

Results obtained after completing accelerated tests on linear ICs with bias, in 85°C—85% relative humidity (RH), 95°C—60% RH and 95°C—40% RH conditions are reported. Experimental data were computer processed in a Reich-Hakim model and the temperature/humidity limits of the model were established.

CUVINTE CHEIE: Circuite integrate
Fiabilitate
Căldură umedă

**Résumé**

On présente des résultats obtenu en effectuant des tests accélérés dans les conditions de fonctionnement à 25°C/85% humidité relative R H, 98°C/60% RH et 95°C/40% RH, pour les circuits intégrés linéaires. Les dates experimentaux ont été processées par l'ordinateur conformément à un modèle Reich-Hakim généralisé et on a établi des limites de température et humidité pour l'application du modèle.

## Introducere

În condiţiile actuale ale lărgirii gamei de aplicaţii industriale ce utilizează componente semiconductoare, determinarea nivelului de fiabilitate al componentelor care funcţionează în anumite condiţii mecanoclimatice a devenit o problemă de maximă importanţă. Avînd în vedere condiţiile diverse în care funcţionează componentele la diferiţi utilizatori, nu se pot efectua determinări experimentale pentru fiecare condiţie de lucru, impunîndu-se necesitatea modelării influenţei factorilor mecanoclimatici asupra fiabilităţii componentelor. În lucrare se prezintă rezultatele obţinute pentru factorul climatic căldură umedă, referitoare la funcţionarea *CI* încapsulate în plastic. Vor fi precizate limitele de stress între care este valabil modelul propus, se vor trasa curbe $\lambda(t)$ pentru diferite condiţii $T$, $H$, $B$ şi se vor prezenta condiţiile în care se recomandă utilizarea unui program de selecţie.

## Rezultate experimentale

*CI* — amplificatoare operaţionale încapsulate în TO 116 au fost supuse unor teste de funcţionare la temperatură şi umiditate în condiţiile: 85°C/85%, 60°C/95%, 40°C/95%. Toate dispozitivele defectate în încercări au fost analizate, identificîndu-se populaţiile corespunzătoare fiecărui mecanism de defectare (*MD*). *MD* dominant a fost coroziunea metalizărilor de aluminiu, cu o repartiţie lognormală în timp a defectărilor. Pentru determinarea din datele experimentale a parametrilor $t_m$ şi $\sigma$ ai acestei repartiţii, s-a realizat liniarizarea dependenţei de timp a funcţiei de fiabilitate, $R(t)$, urmînd ca din parametrii dreptelor de interpolare pentru datele experimentale (timpii de defectare) să se calculeze $t_m$ şi $\sigma$. Toate aceste operaţii s-au realizat cu ajutorul unui program numeric cu dialog iterativ cu operatorul.

În continuare, pentru modelarea efectului căldurii umede asupra fiabilităţii *CI* în funcţionare s-a utilizat o dezvoltare a relaţiei *Arrhenius*:

$$R = R_0 \cdot \exp(-Q/kF), \tag{1}$$

în care

$$F = T_{amb} + r_{th\,j-a} \cdot P_d + \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \cdot U_i^{\beta_i}, \tag{2}$$

unde $U_i$ este factorul de stress (umiditate, în cazul studiat), $k$ este constanta *Boltzmann*, iar $\alpha_i$ şi $\beta_i$ sînt constante ce se determină din datele experimentale. Se observă că pentru $U_i = 0$ relaţia (2) se reduce la relaţia *Arrhenius*, iar pentru $\alpha_i = \beta_i = 1$ se obţine modelul *Hakim-Reich* [1].

Determinarea energiei de activare $Q$ şi a constantelor $\alpha_i$ şi $\beta_i$ permite definirea completă a modelului. În cazul *CI* studiate s-au obţinut valorile:

* Centrul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Componente Electronice

| Mecanism de defectare | $t_m$ | $\sigma$ | $\alpha_i$ | $\beta_i$ | $Q$(eV) |
|---|---|---|---|---|---|
| Mortalitatea infantilă ($MI$) | $10^2$ | 0,8 | 0 | 0 | 0,31 |
| Coroziunea metalizărilor ($CM$) | $10^4$ | 1,4 | 1 | 1 | 0,64 |

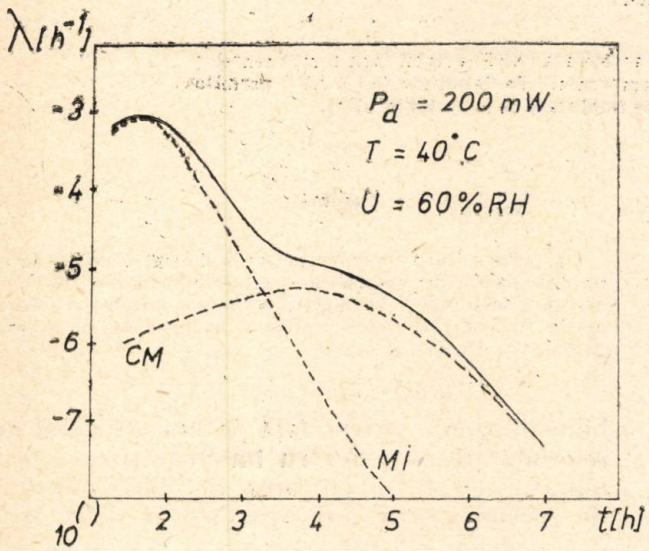



Fig. 1. $\lambda(t)$ pentru cele două mecanisme de defectare ($MI$ — mortalitate infantilă, $CM$ — coroziunea metalizărilor) și pentru lotul de $CI$ — amplificatoare operaționale încapsulate în TO 116.

Rata de defectare a unui lot de dispozitive se calculează prin însumarea ratelor de defectare determinate pentru fiecare mecanism de defectare. În fig. 1 s-au reprezentat curbele $\lambda(t)$ pentru fiecare mecanism de defectare și pentru lotul de dispozitive, iar în fig. 2 sînt reprezentate curbele $\lambda(t)$ pentru diferite condiții climatice :

*a*) $T$ = constant, $U$ = variabil, *b*) $T$ = variabil și $U$ = constant.

**Discuții și concluzii**

Din analiza reprezentărilor grafice din fig. 2 rezultă limitele în care pot fi variate condițiile climatice (temperatură și umiditate) astfel încît modelul să rămînă valabil și să se poată proiecta încercări accelerate echivalente. La creșterea temperaturii, defectările prin $MI$ cresc în prima perioadă de funcționare. Este posibilă eliminarea acestui tip de defectare prin una din următoarele încercări echivalente :

$T = 40°C$, $U = 60\%$, $t = 1000$ h,

$T = 60°C$, $U = 60\%$, $t = 500$ h sau

$T = 85°C$, $U = 60\%$, $t = 100$ h.

Avantajele îmbătrînirii accelerate la o temperatură mai ridicată trebuie analizate în contextul defectărilor prin cel de-al doilea mecanism de defectare — $CM$.

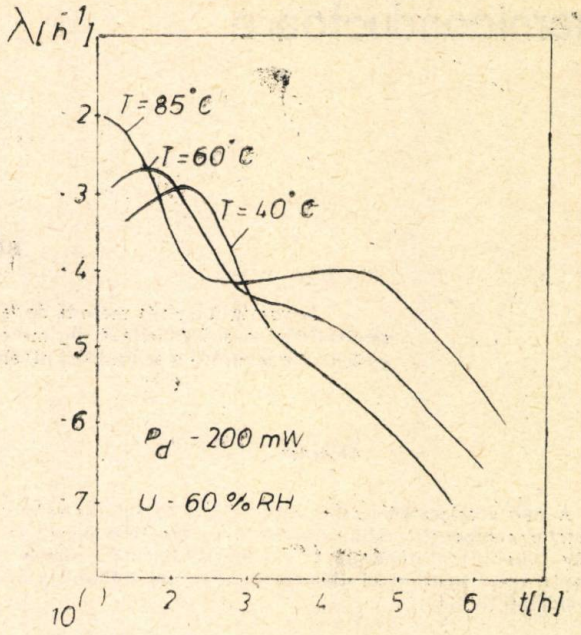



Fig. 2.*a*

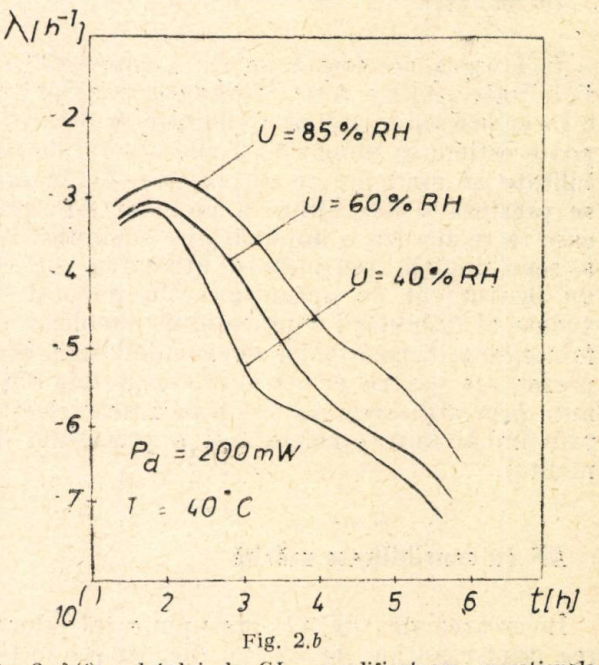



Fig. 2.*b*

Fig. 2. $\lambda(t)$ a lotului de $CI$ — amplificatoare operaționale încapsulate în TO 116, pentru diferite condiții climatice : *a*) umiditate constantă, *b*) temperatură constantă.

Valoarea de la care umiditatea devine factor de accelerare semnificativ este $U = 60\%$. Din fig. 2 se observă că umiditatea nu afectează mortalitatea infantilă, accelerînd numai corodarea metalizărilor.

Cu ajutorul modelului propus se poate proiecta o încercare accelerată de funcționare la $T = 85°C$ și $U = 85\%$, pentru estimarea rapidă a nivelului de fiabilitate al $CI$ care funcționează în mod normal la $T = 40°C$ și $U = 60\%$.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Lycoudes, N.* : Solid State Technology, 21, p. 159, 1978.

# Estimarea rapidă a fiabilității lotului de componente semiconductoare

*MARIUS BÂZU, MARIANA DRĂGAN,*
*MIHAI TĂZLĂUANU, TRANDAFIR RADU**

**REZUMAT**

Se prezintă o nouă metodă de testare accelerată (AFS) a fiabilității componentelor semiconductoare. Dezvoltată din metoda „amprentei" de fiabilitate (AF), AFS permite o identificare rapidă a schimbării nivelului de fiabilitate de la un lot la altul.

**Abstract**

A new accelerated testing method (AFS) for the semiconductor component reliability is presented. Developed from the reliability "fingerprint" method (AF), AFS allows the rapid identification of the changes in the reliability level from lot to lot.

**Résumé**

On présente une méthode nouvelle d'assai accéléré de la fiabilité (AFS) des composantes semiconducteures. Développée de la méthode de "l'empriente" de la fiabilité (AF), AFS permet une identification rapide du changement du niveau de fiabilité d'un lot à l'autre.

## Introducere

Încercarea accelerată de tip „amprentă" de fiabilitate (*AF*) a fost elaborată inițial [1] ca o încercare calitativă de fiabilitate prin care se poate estima în numai 3—4 zile nivelul de fiabilitate al unui lot de dispozitive. În lucrare se prezintă o dezvoltare a metodei *AF*, prin care se realizează o îmbunătățire semnificativă a sensibilității, reușindu-se utilizarea *AF* ca un instrument de optimizare din punctul de vedere al fiabilității a procesului tehnologic de fabricare a dispozitivelor semiconductoare. Sînt prezentate pentru prima dată rezultatele obținute prin utilizarea *AF* la optimizarea selecției prin îmbătrînire accelerată și a procesului de montaj.

## AF cu sensibilitate mărită

Încercarea de tip *AF* presupune introducerea unui eșantion de 25—30 dispozitive într-o succesiune de stressuri cu grad de severitate mărit progresiv, eșantionul fiind supus fiecărui nivel de stress (treaptă) un același interval de timp (durata treptei), după care dispozitivele sînt măsurate. „Amprenta" lotului este constituită de reprezentarea grafică a procentajului de defectări apărute la fiecare treaptă. Din compararea „amprentei" lotului curent cu o „amprentă" de referință obținută pentru un lot pe care s-au efectuat și alte încercări de fiabilitate (obținîndu-se curba $\lambda(t)$ de referință) se pot trage concluzii privind modificarea fiabilității lotului curent față de cea a lotului de referință (fig. 1). Pentru îmbunătățirea sensibilității *AF* la modificarea fiabilității lotului (în special atunci cînd apar puține defectări),

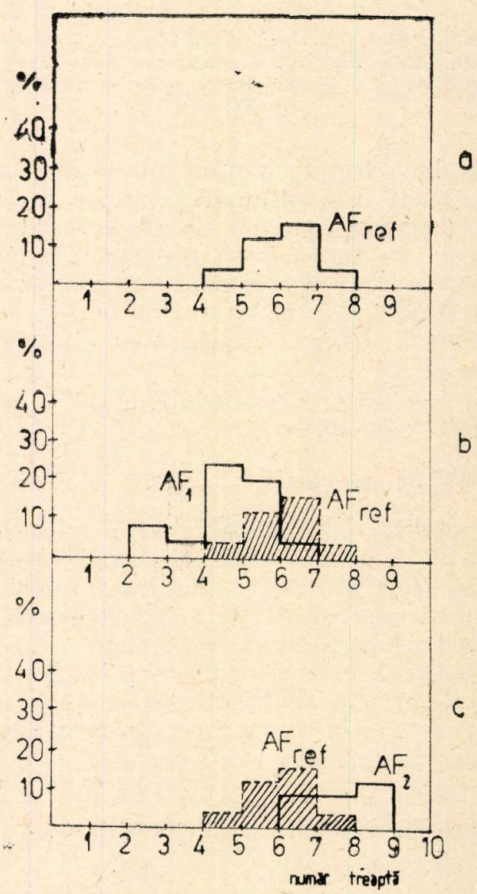



Fig. 1. „Amprenta" de fiabilitate pentru 3 loturi de componente semiconductoare : *a*) lotul de referință ; *b*) lot cu nivel de fiabilitate mai slab decît cel al lotului de referință ; *c*) lot cu nivel de fiabilitate mai bun decît cel al lotului de referință.

* Centrul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Componente Electronice

această reprezentare este completată cu variația parametrilor dispozitivelor nedefectate, devenind *AFS*. Pentru fiecare parametru, se presupune la fiecare moment de măsurare o distribuție normală a valorilor, pentru dispozitivele din eșantion, caracterizată de estimațiile mediei și dispersiei, $\hat{\mu}$ și $\hat{\sigma}$. Verificarea ipotezei statistice a repartiției normale a valorilor se face cu teste analitice, cum este testul *Lilliefors*, a cărui statistică este $Z(i) = (x_i - \hat{\mu})/\hat{\sigma}$. Se notează cu $F_n(Z_i)$ funcția empirică de repartiție, iar cu $F_0(Z_i)$ funcția de repartiție a variabilei normale $N$ (0,1). Se calculează $D_{max} = max\ |F_0(Z_i) - F(Z_i)|$. Dacă $D_{max} < D_{n;\,1-\varepsilon}$ (care se extrage din tabele), se acceptă ipoteza normalității datelor, cu nivelul de risc $\varepsilon$. Valorile aberante se elimină cu testul *Grubbs*.

Reprezentarea grafică a variației $\hat{\mu}$ și $\hat{\sigma}$ de la o treaptă la alta permite îmbunătățirea sensibilității *AF*. Pentru realizarea unei prelucrări statistice corecte, compararea valorilor $\hat{\mu}$ și $\hat{\sigma}$ trebuie făcută cu ajutorul unor teste statistice. Constanța dispersiei se verifică cu testul *Bartlett* (în care se compară dispersiile a $k$ eșantioane care pot fi de dimensiuni diferite, $n_i$).

Notăm $\nu = \sum_1^k n_i - k$ și

$$\chi_B^2 = \frac{\sum_1^k \ln \hat{\sigma}_i^2 - \sum_1^k \nu_i \ln \hat{\sigma}_i^2}{1 + \frac{1}{3(k-1)} \cdot \sum_1^k \left(\frac{1}{\nu_i} - \frac{1}{\nu}\right)} \cdot \quad (1)$$

Statistica $\chi_B^2$ este repartizată $\chi^2$, cu $k-1$ grade de libertate. Se acceptă ipoteza constanței dispersiei dacă $\chi_B^2 \leqslant \chi^2_{k-1;\,1-\varepsilon}$, cu riscul $\varepsilon$.

Verificarea constanței mediei a $k$ eșantioane se face cu testul *Abbe A*. Statistica testului este :

$$A = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sum_1^{k-1} (\hat{\mu}_{i+1} - \hat{\mu}_i)^2}{\sum_1^k (\hat{\mu}_i - \bar{\mu})^2}, \quad (2)$$

unde $\bar{\mu} = \frac{1}{k} \sum_1^k \hat{\mu}_i$.

Dacă $A > A_{k;\,1-\varepsilon}$ se acceptă ipoteza constanței mediei.

## Rezultate experimentale

S-a urmărit sesizarea cu *AFS* a efectului unui program de selecție prin îmbătrînire accelerată asupra fiabilității unui lot de dispozitive. S-a lucrat pe tranzistoare MOS (*D*1), cu programul : stocare (125°C, 48 h), ciclare termică (5 cicluri de cîte 20 minute, la −55°C și 125°C)

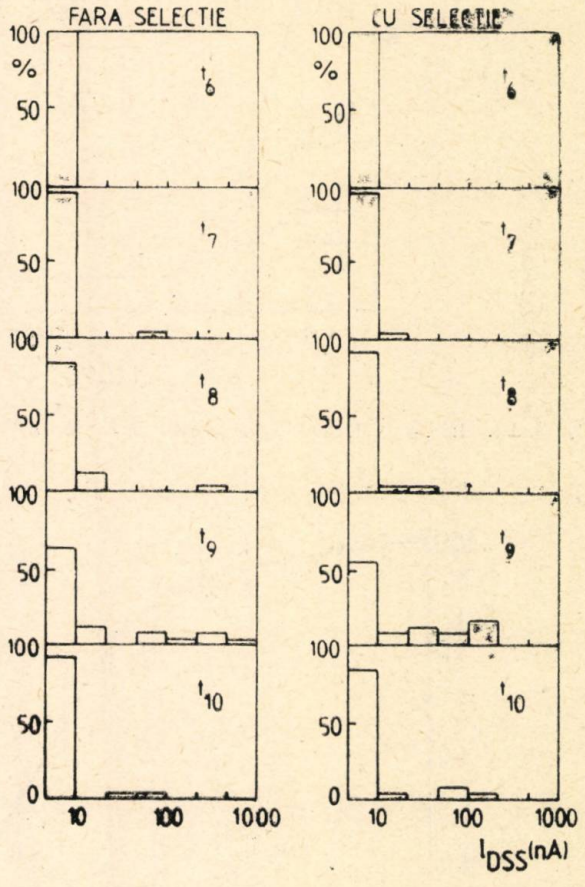



Fig. 2. Distribuția valorilor curenților $I_{DSS}$ ai tranzistoarelor *D*1, la treptele $t_6 \ldots t_{10}$ ale *AFS*

bomba cu apă (6 atm., 4 h), funcționare (48 h). S-au aplicat metodele prezentate, întrucît la *AF* nu au apărut defectări. În fig. 2 se prezintă histogramele curentului $I_{DSS}$ pentru cele două eșantioane (cu și fără îmbătrînire accelerată). Se remarcă rolul selecției de eliminare a dispozitivelor cu valori mari ale curentului $I_{DSS}$.

S-a studiat influența condițiilor de lipire a structurii asupra fiabilității tranzistoarelor bipolare de mică putere, *D*2, prin aplicarea *AFS*. În fig. 3 și 4 se dau reprezentările grafice ale variației parametrilor electrici $h_{FE}$ și $I_{CBO}$ (estimațiile mediilor pe eșantion). Se remarcă fiabilitatea mai bună a lotului la care lipirea structurii s-a realizat cu eutectic.

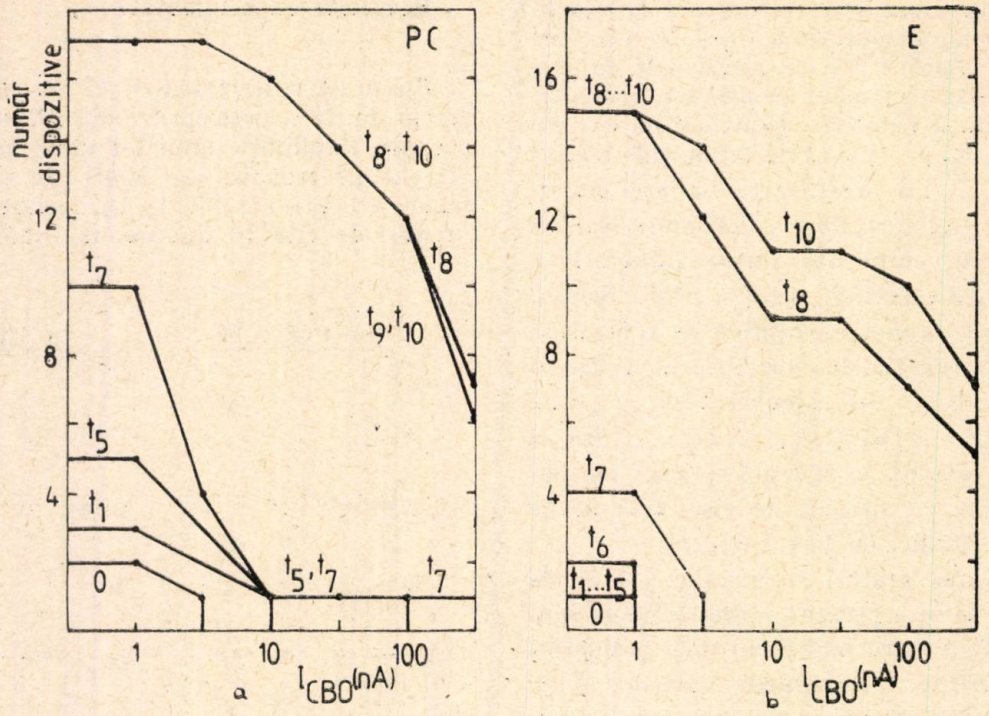



Fig. 3. Distribuția valorilor $I_{CEO}$ pentru $D2$, la $AF$ (10 trepte $t_1 \ldots t_{10}$): *a*) lipire cu pastă conductivă, *b*) lipire cu eutectic.

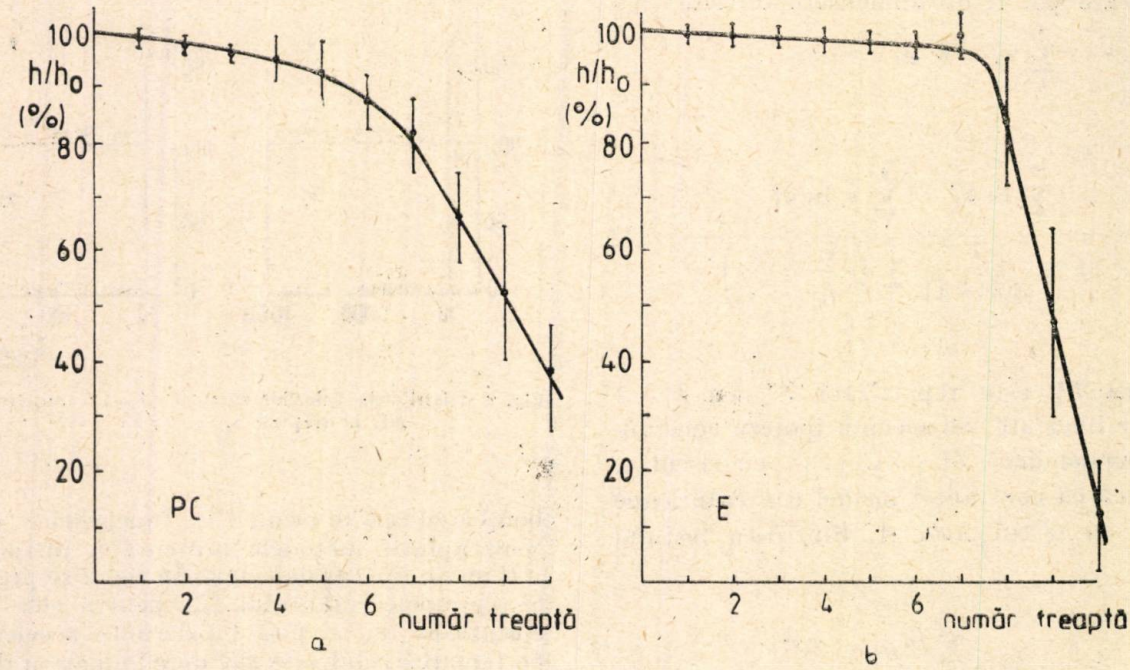



Fig. 4 Distribuția normata a valorilor $h_{FE}$ pentru $D$ 2, la $AF$ (10 trepte, $t_1 \ldots t_{10}$): *a*) lipire cu pastă conductivă *b*) lipire cu eutectic.

## Concluzii

Metoda prezentată permite creșterea sensibilității $AF$ prin utilizarea, pe lîngă informația constituită de defectările apărute și pe cea conținută în derivele parametrilor componentelor corespunzătoare electric. S-a demonstrat că metoda $AFS$ poate sesiza implicațiile în ceea ce privește fiabilitatea ale modificărilor tehnologice.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Bâzu, M., Gălățeanu, L., Iancu, E.* : Încercări step-stress la componente semiconductoare, Lucrările CAS 1983, p. 119.

# Fiabilitatea componentelor electronice în perspectivă. Cerinţe şi metode avansate pe plan mondial

*VASILE M. CĂTUNEANU* şi *ADRIAN N. MIHALACHE**

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă programul RM 2000 iniţiat de Forţele Aeriene ale SUA, care formulează cerinţele privind fiabilitatea armamentului modern şi implicaţiile lor asupra producţiei de componente electronice. Se arată metodele utilizate de firmele competitive pentru atingerea nivelului prescris de fiabilitate în domeniul componentelor electronicee

**Abstract**

The paper presents the RM 2000 program of the USA Air Force which states the requirements for the electronic components reliability. The advanced methods of reliability assurance are also presented in detail.

**Résumé**

L'ouvrage présente le programme RM 2000 imité par les Forces Aèriennes des États-Unis qui formule des exigences concernant la fiabilité d'armement moderne et leur implications sur la production des composantes électroniques. On montre les méthodes utilisées par des firmes compétitives pour atteindre le niveau préscrit de fiabilité dans le domaine des composantes électriques.

Problemele asigurării calităţii componentelor şi sistemelor electronice au început să fie abordate sistemic, pe baza unor modele teoretice ale fiabilităţii şi mentenabilităţii, în urmă cu treizeci de ani. Pînă atunci, cerinţele asupra performanţelor legate de fiabilitate şi mentenabilitate au fost formulate într-un mod vag, stipulîndu-se doar că orice produs trebuie să fie „fiabil şi mentenabil", fără a se include specificaţii cantitative şi penalizări în cazul nerespectării lor.

Preocupările în vederea fundamentării ştiinţifice a asigurării calităţii în sens larg — cu accent pe fiabilitate şi mentenabilitate — au debutat pe plan mondial prin înfiinţarea în SUA a grupului consultativ privind fiabilitatea echipamentelor electronice AGREE, ceea ce a însemnat începutul abordării cantitative a fiabilităţii şi a mentenabilităţii. Activitatea acestui grup consultativ s-a materializat, în domeniul componentelor electronice, prin manualul de calcul al fiabilităţii componentelor electronice Mil Hdbk 217 şi prin standardul de control de recepţie a fiabilităţii loturilor bazat pe distribuţia exponenţială Mil Std 781, ambele larg utilizate şi în ţara noastră.

Introducerea cerinţelor cantitative privind fiabilitatea au propulsat dezvoltarea metodelor de asigurare a fiabilităţii componentelor. Aceste metode urmăreau conformanţa cu specificaţiile prin controlul proceselor tehnologice şi al loturilor şi prin încercări de fiabilitate, fără însă a acţiona la nivelul proiectării componenţei şi a procesului tehnologic. Se presupunea implicit că proiectarea trebuie să aibă în vedere în primul rînd performanţele produsului şi productivitatea procesului tehnologic iar asigurarea calităţii să se efectueze prin urmărirea modului în care produsul este realizat conform proiectului. Astfel, iniţiativele în domeniul asigurării fiabilităţii au încă un caracter reactiv, ele venind să aducă eventuale îmbunătăţiri unei situaţii determinate pe baza considerentelor legate de performanţe, productivitate şi costuri.

Anul 1986 a marcat o cotitură în activitatea de asigurare a fiabilităţii şi mentenabilităţii pe plan mondial prin iniţiativa Forţelor Aeriene ale SUA şi de a formula noi cerinţe privind fiabilitatea armamentului modern, exprimate în programul RM 2000, care are drept scop să realizeze un salt în privinţa eficienţei sistemelor moderne de luptă care includ echipamente electronice complexe, caracterizate printr-o imprevizibilitate ridicată şi o întreţinere costisitoare. În cadrul acestei iniţiative se recunoaşte, pentru prima dată, faptul că cerinţele privind fiabilitatea şi mentenabilitatea trebuie să prevaleze faţă de cele legate de performanţe, avînd în vedere că defectarea sistemului anulează orice performanţe, oricît de ridicate ar fi.

În esenţă, programul RM 2000 impune ca orice echipament nou achiziţionat să aibă un nivel dublu de fiabilitate şi de mentenabilitate faţă de echipamentul existent pe care îl înlocuieşte. În termenii indicatorilor de fiabilitate, aceasta implică o dublare a mediei timpului de funcţionare $m$ şi o înjumătăţire a mediei timpului de mentenanţă $\mu$. Se observă că fiecare cerinţă, luată separat, conduce la aceeaşi creş-

* Institutul Politehnic Bucureşti

tere a eficienței echipamentului, exprimată prin coeficientul de disponibilitate :

$$A = \frac{2m}{2m + \mu} = \frac{m}{m + \frac{\mu}{2}} \qquad (1)$$

Dacă ambele cerințe sînt îndeplinite, disponibilitatea devine :

$$A = \frac{4m}{4m + \mu} \qquad (2)$$

Această creștere a eficienței sistemului asigură o scădere a costurilor de operare și întreținere cu 50%.

În mod tradițional, asemenea creștere a disponibilității putea fi realizată doar prin creșterea prețului de cost sau/și a duratei de fabricație. Tehnologiile moderne au însă capacitatea să atingă obiectivul propus simultan cu micșorarea prețului de cost și cu accelerarea fabricației. Figura 1 arată cotitura dorită în concepția asupra relației dintre nivelul fiabilității și prețul de cost.

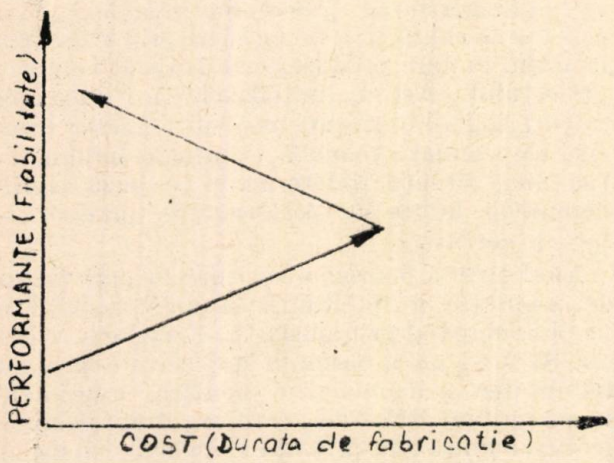



Fig. 1. Cotitură în relația performanță/cost

Obiectivele în domeniul fiabilității și mentenabilității trebuie individualizate și nu incluse în categoria generală a performanțelor produsului, cum se proceda pînă acum. Figura 2 arată ponderile preocupărilor asupra principalelor laturi ale unui produs, evidențiind individualizarea fiabilității și ponderea ridicată acordată ei.

În afara cerințelor privind dublarea MTBF și înjumătățirea MTTR la achiziționarea unui nou echipament, programul RM 2000 impune nivelul minim al mediei timpului de funcționare pentru un modul electronic înlocuibil pe loc (LRU) la 2000 h.

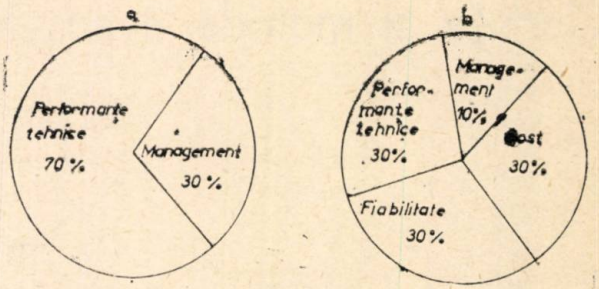



Fig. 2. Ponderile acordate principalelor laturi ale unui produs : *a*. vechi ; *b*. nou

Pentru atingerea obiectivelor impuse în domeniul fiabilității este necesar ca sistemul de asigurare a calității să fie integrat cu cercetarea, dezvoltarea, proiectarea și producția deoarece, o dată ce proiectul (bazat pe cercetare) este stabilit, concentrarea asupra procesului de producție și asupra testării produselor rezultate nu mai poate realiza salturi în privința nivelului de fiabilitate. De aceea, proiectul însuși trebuie astfel gîndit încît să asigure nivelul de fiabilitate prescris și nu numai astfel încît performanțele tehnice scontate să fie atinse.

Cheia îmbunătățirii fiabilității sistemelor de luptă aeropurtate este accelerarea introducerii tehnologiei circuitelor integrate, îndeosebi a circuitelor VHSIC cu mare viteză de prelucrare (very high speed integrated circuits). De aceea, o atenție primordială este acordată cerințelor privind fiabilitatea componentelor electronice și metodelor de asigurare a îndeplinirii acestor cerințe. Furnizorii de componente electronice pentru aparatură militară trebuie să atingă pînă în anul 1989 un nivel de calitate acceptabil AQL = 0,01% față de nivelele de calitate de 0,5% și 5% observate la nivelul anului 1986 la producătorii aflați pe lista QPL (quality product list), adică a celor considerați a da produse de calitate superioară. Implicațiile unei fracțiuni defective superioare lui 0,01% constau în randamentul scăzut al proceselor de fabricație a subansamblelor și a sistemelor. Astfel, în tabelul 1 și în figura 3 se reprezintă randamentul fabricației de subansamble în

*Tabelul 1*

**Randamentul producției de subansamble în funcție de calitatea laturilor componente**

| Fracțiune defectivă | Număr de componente pe placă | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | |
| 3% | 21,8% | 4,8% | 0,26% | 0,01% | 0,005% | |
| 2% | 36,4% | 13,3% | 1,8% | 0,23% | 0,03% | Trecut |
| | 60,5% | 36,6% | 13,4% | 4,9% | 1,8% | 1986 |
| 0,1% | 95,1% | 90,5% | 81,9% | 74,1% | 67% | 1987 |
| 0,01% | 99,5% | 99% | 98% | 97% | 96% | 1989 |

funcţie de fracţiunea defectivă a laturilor de componente şi de numărul de componente pe placă. Din analiza lor rezultă clar necesitatea micşorării fracţiunii defective a loturilor la 0,01%. În caz contrar, randamentul de subansamble de bună calitate este atît de scăzut, încît volumul suplimentar de muncă în scopul remedierii plăcilor necorespunzătoare devine inadmisibil de ridicat, constituind ceea ce se numeşte „fabrica ascunsă". Majoritatea furnizorilor de componente cu aplicaţii militare au reuşit să atingă, la nivelul anului 1987, nivelul de calitate de 0,1%, urmînd să realizeze, pînă în anul 1989, scăderea fracţiunii defective la 0,01%.

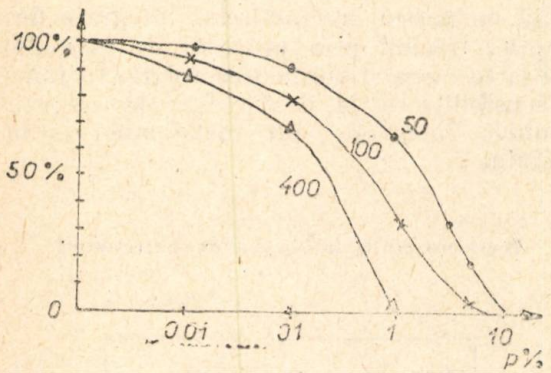



Fig. 3. Randamentul proceselor de fabricaţie a subansamblurilor funcţie de calitatea laturilor de componente electronice

Urmărirea fracţiunii defective se realizează în prezent prin completarea a numeroase fişe de control cu rubrici redondante care conţin informaţii greu de sintetizat. Se recomandă utilizarea a trei tipuri de fişe de urmărire. O primă fişă descrie evoluţia numărului de defecte pe unitatea de produs funcţie de numărul de ordine sau data fabricării. O a doua fişă descrie distribuţia defectelor pe tipuri. A treia fişă exprimă în coordonate logaritmice evoluţia numărul mediu de defecte pe unitatea de produs funcţie de numărul cumulat de elemente produse (fig. 4).

Practica arată o dependenţă liniară între numărul mediu de defecte pe componentă şi volumul producţiei, panta dreptei fiind cu atît

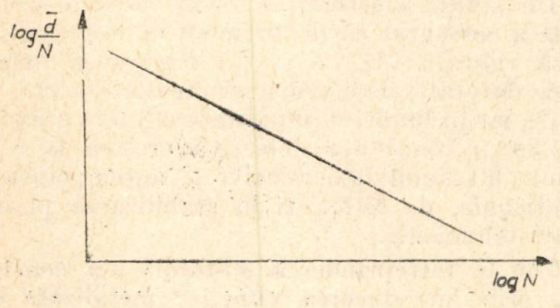



Fig. 4. Evoluţia numărului mediu de defecte/produs funcţie de volumul producţiei

mai pronunţată cu cît măsurile pentru asigurarea calităţii sînt mai eficiente. Astfel, fişa din figura 4 permite o evaluare rapidă a contribuţiei sistemului de asigurare a calităţii la îmbunătăţirea fracţiunii defective.

Programul RM 2000 recomandă ca mijloc principal în vederea eliminării defectelor latente încercările de selecţie (ESS = environmental stress screening) la care să fie supusă întreaga producţie de componente. Solicitările la care componentele sînt supuse trebuie să fie astfel alese încît, într-o durată relativ scurtă, să producă defectarea componentelor potenţial slabe fără a afecta celelalte componente din lot. Mil Std 2164 (EC) recomandă încercări la ciclu termic între −54°C şi +100°C cu un gradient de temperatură de 30°C timp de 25 de cicluri. De asemenea, sînt eficiente vibraţiile aleatoare (la 6 g timp de 15 minute), şocul termic, testul de cositorire (solderability) şi testul de ermeticitate.

Efectul încercărilor de selecţie este atingerea rapidă a ratei de defectare staţionare de către componentele electronice cu uzură negativă (fig. 5).

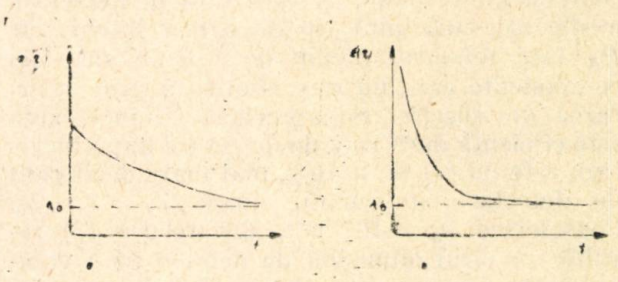


Fig. 5. Rata de defectare a componentelor electronice: *a*. fără selecţie; *b*. cu selecţie

Se observă că solicitările ambientale induc o rată mare iniţială de defectare prin precipitarea defectelor latente în timpul selecţiei, atingîndu-se apoi repede rata de defectare staţionară, caracteristică componentelor bune din lot.

Utilizarea încercărilor de selecţie a condus pînă în prezent la fracţiuni defective ne-eliminate de 0,1%. Fracţiunile de componente potenţial slabe, care au fost eliminate prin selecţie, variază între 0,08% respinse la proba de ermeticitate şi 16,7% respinse la proba de cositorire. S-a constatat o fiabilitate scăzută a circuitelor hibride de radio-frecvenţă. Modurile de defectare tipice au fost desprinderea de ambază, ruperea legăturilor electrice, particule conducătoare parazite etc.

Eficienţa încercării de selecţie este exprimată prin probabilitatea de eliminare a unui defect latent. Figura 6 arată eficienţa încercării la ciclu termic.

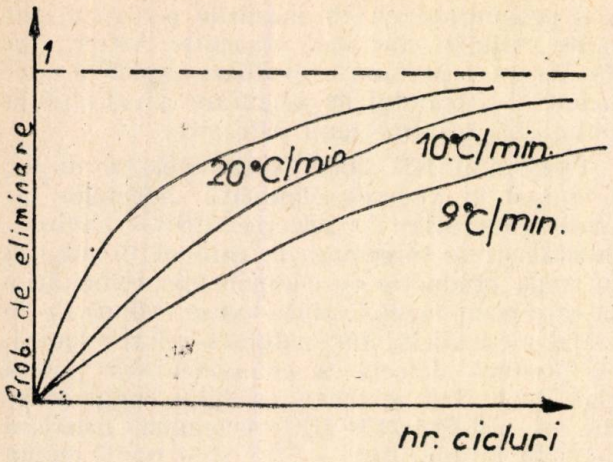



Fig. 6. Eficiența încercării de selecție

Rata de defectare a componentelor după încercarea de selecție are expresia :

$$\lambda_S = \lambda_0 + D_R \bar{\lambda}_D \qquad (3)$$

unde $\lambda_0$ este rata de defectare staționară a componentelor bune, $\bar{\lambda}_D$ este rata de defectare medie asociată unui tip de defect latent, iar $D_R$ este numărul mediu de defecte ale unei componente care nu este eliminată prin încercarea de selecție. Se apreciază că încercarea este eficientă dacă rata de defectare după încercare este cu cel mult 10% mai mare decît rata de defectare staționară, adică $\lambda_S = 1{,}1\ \lambda_0$. Considerînd $\lambda_D = 10^{-3}h^{-1}$, din relația (3) rezultă numărul admisibil de defecte pe o componentă care nu este eliminată prin selecție. Astfel, pentru a atinge o rată de defectare $\lambda_0 = 10^{-5}h^{-1}$, numărul mediu de defecte pe componentă acceptată trebuie să fie de cel puțin $10^{-3}$, adică la 1000 de componente se poate tolera un defect neeliminat.

Asigurarea menținerii funcționării componentelor în sistemul în care sînt utilizate se bazează pe o proiectare judicioasă, care să aibă în vedere cerințele de fiabilitate pe același plan cu cele referitoare la performanțele tehnice. În acest scop este necesar ca, la nivelul proiectării, să se studieze sistemul din unghiul arborelui de defectare, al hărții termice, al analizei toleranțelor și al corelațiilor dintre solicitări și rezistențe specifice la solicitări (stress-strength). Asemenea analize au arătat necesitatea ca temperatura internă a componentelor electronice să nu depășească 110°C, indiferent de puterea lor nominală. De asemenea, analizele au scos în evidență pre-eminența modului de defectare prin descărcare electrostatică, datorat creșterii densității componentelor înglobate în circuitele integrate.

Straturile subțiri de oxid, joncțiunile subțiri impun încorporarea — în dauna vitezei de prelucrare — a elementelor de protecție la descărcarea electrostatică. Mai mult, măsuri deosebite trebuie luate în timpul procesului de fabricație, al manipulării și testării dispozitivelor. Controlul asupra posibilităților descărcării electrostatice este esențial în privința asigurării fiabilității echipamentelor electronice. Prezența unui cîmp electric, de intensitate scăzută chiar, poate induce o descărcare care să defecteze o componentă sau un circuit hibrid. Există două metode de acțiune împotriva pericolului descărcării electrostatice. Prima constă în proiectarea unor elemente de protecție care să canalizeze tensiunea periculoasă din zonele sensibile ale circuitului. A doua constă în luarea măsurilor adecvate pentru manipularea lipsită de pericol a circuitelor integrate de la recepție, trecînd prin procesul de asamblare, pînă la testarea și verificarea finală. În funcție de sensibilitatea la descărcare electrostatică, circuitele integrate sînt clasificate conform tabelului 2.

**Tensiunea critică la descărcarea electrostatică**

*Tabelul 2*

| Clasa | Sensitivitate |
|---|---|
| 1 | 0...1 kV |
| 2 | 1...4 kV |
| 3 | 4...15 kV |
| 4 | 15 kV |

Cunoscînd clasa din care circuitul face parte, se pot lua măsuri de reducere a solicitării astfel încît să se asigure o anumită rată de defectare, conform relațiilor din Mil Hdbk 217. Aceste măsuri trebuie să aibă în vedere sursele de cîmpuri electrice determinate de manipulare, de sarcina triboelectrică, de utilajele ne-ecranate sau insuficient puse la masă. Pericolul descărcării electrostatice este accentuat de umiditatea relativă redusă, după cum s-a constatat la fabricile din Arizona unde umiditatea relativă în interior scade sub 20%.

Un studiu efectuat la întreprinderea Motorola a constatat că în lunile cu umiditate relativă ridicată (37%...58%) fracțiunea defectivă datorată descărcării electrostatice era de 2,5% iar în lunile cu umiditate relativă scăzută ($\approx$ 30%) fracțiunea defectivă creștea la 9%. Controlul umidității relative și a temperaturii contribuie, de altfel, și la stabilizarea procesului tehnologic.

Tot la întreprinderea Motorola s-a constat că, prin introducerea pungilor metalizate cu nichel pentru transportul cipurilor de microprocesoare, fracțiunea defectivă a scăzut la mai

puţin de jumătate. Ca urmare, întreprinderea a luat următoarele măsuri pentru reducerea pericolului de descărcare electrostatică :

— asigurarea unei umidităţi relative de 40 . . . 50% ;

— utilizarea mănuşilor metalizate ;

— instalaţii portabile de ionizare a aerului la locurile critice ;

— podea conductoare ;

— containere speciale bune conductoare.

Pentru îndeplinirea programului RM 2000, departamentul apărării al SUA a alocat 2% din bugetul anului 1986 pentru asigurarea fiabilităţii şi mentenabilităţii echipamentelor electronice. Avînd în vedere că, în ultimă instanţă, orice defectare la nivelul sistemlui este datorată defectării unei componente electronice, un accent deosebit s-a pus pe creşterea fiabilităţii componentelor, îndeosebi prin generalizarea încercărilor de selecţie.

Recunoscînd faptul că activitatea de asigu are a calităţii nu poate f i eficientă dacă nu ste integrată cu activitatea de proiectare, s-a mpus în toate între prinderile furnizoare ale departamentului aprobarea oricărui proiect de către specialistul în fiabilitate.

Măsurile existente ca : proiectare fiabilă, încercări de selecţie, controlul proceselor, nu vor putea însă asigura singure îndeplinirea noilor cerinţe în privinţa fiabilităţii fără realizarea unui salt în domeniul tehnologiei.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Goodell, F. S. :* RM 2000 — The engineering connection. IEEE Trans. Reliab., R-36, 3(1973), pag. 303—310.

[2] *Jhanjee, P. :* The impact of "Dauble R/Half M" on design. IEEE Trans. Reliab., R-36, 3(1987), pag. 317—321.

[3] *Littlefield, J. W. :* RM 2000 — Environmental stress screening. IEEE Trans. Reliab., R-36, 3(1987), pag. 335—342.

[4] *Saari, E. E. :* On the implications of RM 2000 ESS, IEEE Trans. Reliab., R-36, 3(1987), pag. 342—36.

[5] *Capitano, J. L. :* RM 2000 and Environmental strass screening, IEEE Trans. Reliab., R-36, 3(1987), pag. 346—351.

[6] *Hickernell, F. S.*, ş.a. : ESD Awareness and control. IEEE Trans. Reliab., R-36, 3(1987), pag. 351—355.

[7] *Sohn, H. M. :* The impact of RM 2000 on organizational structure and operations of a company, IEEE Trans. Reliab., R-36, 3(1987), pag. 377—380.

# Stand pentru determinarea legii de variaţie a potenţiometrelor rotative liniare

*LIVIU AL EXANDRU DIMA**

## 1. Consideraţii preliminare

Ideea realizării acestui stand s-a născut din necesitatea respectării instrucţiunilor din S.T.R. M.I.Et. E 1210/1/88 referitoare la determinarea abaterii de la liniaritate a potenţiometrelor rotative liniare. Pînă la realizarea lui, determinarea abaterii de liniaritate se făcea prin măsurări repetate ale rezistenţei potenţiometrului în diferite puncte ale cursei utile unghiulare a cursorului. Metoda era greoaie şi nu oferea decît informaţii parţiale în legătură cu variaţia rezistenţei în funcţie de unghiul $\theta$.

## 2. Descrierea standului

Standul este compus din trei module independente :

1. Dispozitivul de prindere şi cuplare a potenţiometrului traductor de unghi cu potenţiometrul de testat.
2. Înregistratorul de tip tensiune-tensiune cu ajutorul căruia se obţin graficele de variaţie a rezistenţei $R = R(\theta)$.
3. Sursa de tensiune stabilizată.

Schema-bloc de funcţionare este dată în fig. 1.

Tensiunea de măsurare este aplicată celor două potenţiometre în paralel. Tensiunea pre-

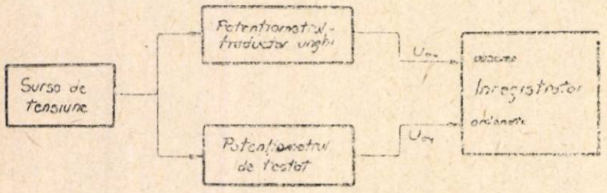



Fig. 1

luată de la cursorul traductorului de unghi se aplică la bornele înregistratorului pentru a comanda deplasarea pe abscisă. Această tensiune este direct proporţională cu unghiul de rotaţie $\theta$ al celor două potenţiometre.

Înregistratorul converteşte tensiunea de comandă $U_{0x}$ într-o deplasare liniară a peniţei de-a lungul axei $OX$, proporţională cu tensiunea $U_{0x}$ şi implicit cu unghiul de rotaţie $\theta$. Corespondenţa liniară dintre unghiul $\theta$ şi deplasarea peniţei înregistratoare pe axa absciselor este deci condiţionată de liniaritatea potenţiometrului traductor de unghi.

În mod analog, tensiunea preluată de la cursorul potenţiometrului de testat $U_{oy}$ va fi aplicată la bornele înregistratorului pentru comanda pe ordonata $OY$, conform schemei de măsurare din fig. 2.

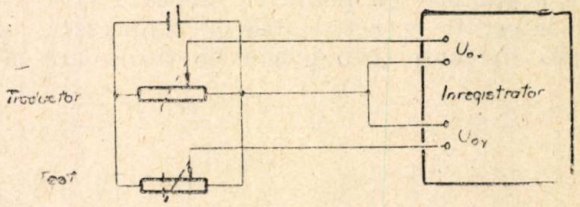



Fig. 2

De o importanţă deosebită a fost alegerea traductorului de unghi, astfel încît erorile de liniaritate introduse de folosirea lui să fie practic neglijabile.

În acest scop s-a bobinat pe un suport de ceramică un potenţiometru cu rezistenţa totală de 232,5 Ω, din sîrmă de manganină Ø 0,2 mm. Bobinarea s-a făcut spiră lîngă spiră pentru a elimina salturile de tensiune existente la trecerea cursorului de la o spiră la alta. Alegerea cursorului s-a făcut astfel încît profilul pastilei de contact să fie cît mai apropiat de cel al unei semisfere.

Pentru determinarea caracteristicii $R = R(\theta)$ a traductorului astfel confecţionat s-a efectuat un număr de 9 măsurări în fiecare din cele 29 de secţiuni de măsurare (cursa utilă este de 290°, iar pasul de eşantionare ales de 10°), în concordanţă cu un nivel de încredere $P = 0{,}997$, conform repartiţiei de tip Student.

Analiza rezultatelor conduce la concluzia că cele mai slabe limite de încredere sînt de $\pm$ 0,042 Ω la o valoare medie a rezistenţei de 128,26 Ω, ceea ce reprezintă o eroare de $\pm$ 0,03% adică mai mult decît acceptabil.

Pentru ca problema să fie complet rezolvată, a trebuit să fie studiată influenţa erorilor de liniaritate a traductorului asupra preciziei de determinare a legii de variaţie.

* I.P.E.E. Electroargeş, Curtea de Argeş

Conform standardelor în vigoare [2], legea de variaţie teoretică a rezistenţei electrice a potenţiometrelor rotative este definită de:

$$R_{ic}(\theta) = \frac{R_{ic\,max} - R_{ri}}{\theta_{max}} \times \theta + R_{ri}$$

unde:

$R_{ic\,max}$ este $R_{ic}$ la unghiul $\theta$ maxim;
$R_{ic}$ este rezistenţa reziduală iniţială;
$\theta$ este unghiul de rotaţie.

Gradul de conformitate impus prin standard este $\Delta R/R < 10\%$ sau $\Delta R/R < 5\%$, în care:

$$\Delta R = R_{\text{măsurat}} - R_{\text{teoretic}}$$

$$R = R_{\text{teoretic}}$$

Tensiunea de comandă pe abscisă este:

$$U_{0x} = R_{ic}(\theta) \times i$$

În cazul ideal (teoretic) avem:

$$U_{0x} = \left[\frac{R_{ic\,max} - R_{ri}}{\theta_{max}} \times \theta + R_{ri}\right] \times i,$$

iar cu valorile măsurate efectiv, rezultă:

$$U_{0x} = (0{,}8 \times \theta + 0{,}5) \times i$$

Dacă notăm cu $\Delta R$ eroarea absolută de liniaritate, tensiunea de comandă pe abscisă va fi (în mod real):

$$U_m = (R_{ic} + \Delta R) \times i = R_{ic} \times i + \Delta R \times i$$

Eroarea de tensiune va fi dată de diferenţa $U_m - U_{0x}$, adică

$$\Delta U = \frac{U_{0x}}{0{,}8\theta + 0{,}5} \cdot \Delta R$$

Eroarea relativă a tensiunii de comandă pe abscisă este deci:

$$|\varepsilon| = \frac{|\Delta U|}{U_{0x}} = \frac{|\Delta R|}{0{,}8\theta + 0{,}5}$$

Valoarea maximă a acestei erori se obţine pentru $\theta = 10°$ şi $|\Delta R| = 0{,}03$, caz în care:

$$\varepsilon_{max} = 0{,}35\%.$$

Ţinînd cont de sensibilitatea aparatului înregistrator, care este $S = 5$ V/cm, se calculează eroarea de reprezentare grafică pe axa $OX$:

$$|\varepsilon_g| = 0{,}035 \text{ mm},$$

ceea ce reprezintă — practic — eroare nulă.

### 3. Concluzii

Utilizarea standului reprezintă o creştere substanţială a productivităţii controlului şi dă posibilitatea selecţionării unor potenţiometre cu un grad înalt de liniaritate, deci compatibile cu cerinţele oricăror componente electronice profesionale.

În acelaşi timp, standul oferă informaţii foarte precise (clasa de precizie 0,5) ale legii de variaţie $R = R(\theta)$ pe toată lungimea cursei utile a cursorului; în felul acesta se poate determina eroarea de la liniaritate în orice punct, eliminîndu-se imprecizia datorată alegerii unor paşi de eşantionare prea mari.

## ANEXĂ

*Date tehnice*:

— clasa de precizie: 0,5
— gama tensiunilor de intrare pe $OX$ şi $OY$: 0,05 mV . . . 5 V
— viteza de înregistrare: 30 cm/s
— cursa pe $OX$: 250 mm
— cursa pe $OY$: 180 mm
— fixarea originii: 0 . . . 100%
— impedanţa de intrare:
  — peste 100 K pentru $Z_{in} = 0{,}05 \ldots 2$ mV
  — peste 1M pentru $Z_{in} = 5$ mV . . . 5V
— rezistenţa de izolaţie: $> 5$ GΩ

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Millea, A.*: „Cartea Metrologului — Metrologie generală" Editura Tehnică, Bucureşti, 1985
[2] STAS 9614/1—84: „Potenţiometre — clasificare şi terminologie"
[3] Standard Tehnic de Ramură M.I.Et. E 1210/1/88 — Potenţiometre.

**Nota redacţiei**

Revista „CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE" îşi propune ca şi în continuare să prezinte experienţa unor întreprinderi şi institute de cercetare în realizarea de echipamente de măsură şi standuri de anduranţă pentru diferite categorii de componente sau sisteme. Aşteptăm deci, în continuare, materiale cu această tematică (I.C.B.)

# INFORMAŢII

## Societatea Română de Măsurări

Recent a luat fiinţă, ca o asociaţie profesională independentă, sprijinită de Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate, **Societatea Română de Măsurări** (înregistrată ca persoană juridică la Judecătoria sectorului 1 Bucureşti, prin hotărîrea nr. 808 din 19 martie 1990).

Societatea Română de Măsurări (SRM) promovează cooperarea în domeniul teoriei şi tehnicii măsurărilor, aparatelor de măsurat şi aplicaţiilor măsurărilor în cercetare, industrie şi alte domenii.

SRM va mijloci un schimb de informaţii rapid şi eficient în domeniul său de specialitate. Pentru aceasta, va distribui gratuit membrilor săi Buletinul Societăţii Române de Măsurări, cu 4—6 apariţii pe an, conţinînd relatări despre activitatea societăţii, informaţii utile pentru specialiştii în domeniu, noutăţi din ţară şi de peste hotare, calendare de manifestări ştiinţifice naţionale şi internaţionale etc.

Tot prin acest buletin, va face cunoscute preocupări ale unor colective de specialişti din ţară, disponibilităţi de creaţie tehnico — ştiinţifică şi, pe de altă parte, necesităţi şi solicitări în domeniu, cerinţe şi condiţii specifice. Prin aceasta, va facilita contactul între ofertanţi şi beneficiari potenţiali.

Va organiza, de asemenea, întîlniri între specialişti, cursuri şi stagii de perfecţionare pentru membrii săi. Va sprijini participarea membrilor societăţii la manifestări tehnice şi ştiinţifice din ţară şi de peste hotare.

Pe măsura dezvoltării societăţii, vor fi incluse şi alte obiective în programul său de activitate, ca asistenţă tehnică, bibliotecă, consulting şi expertize tehnice etc.

SRM are sediul în Bucureşti, bd. N. Bălcescu nr. 21 şi va înfiinţa filiale în mai multe oraşe ale ţării. Informaţii se pot obţine la telefoanele 13 06 90 (dr. ing. *Aurel MILLEA*) şi 13 16 05 (dr. ing. *Dan STOICHIŢOIU*).

### MANIFESTĂRI ŞTIINŢIFICE INTERNAŢIONALE

## Conferinţa internaţională Probabilistic-safety assessment and management

### PSAM'91

Sub egida mai multor societăţi ştiinţifice internaţionale, între care şi prestigioasa Society for Risk Analysis (SEA), în localitatea Beverly Hills (S.U.A.) urmează a se desfăşura în perioada 4—7 februarie 1991 conferinţa **Probabilistic Safety Assessment and Management-PASM'91**, considerată cea mai importantă reuniune ştiinţifică internaţională consacrată multiplelor aspecte şi implicaţii ale siguranţei * sistemelor şi proceselor tehnologice.

PSAM'91 îşi propune să constituie un forum de prezentare a lucrărilor ştiinţifice — teoretice şi aplicative — punîndu-se accentul pe evidenţierea unor noi abordări privind **proiectarea** şi **funcţionarea sigură** a sistemelor şi proceselor tehnologice. Vor fi avute în vedere în primul rînd sistemele de mare răspundere funcţională (nucleare, chimice, aerospaţiale etc.) ca şi funcţionarea sistemelor în condiţii de risc şi grad de hazard ridicat.

În acest spirit, Conferinţa PSAM'91 îşi propune să abordeze următoarea problematică principală :

- Management-ul şi problema decizionale în siguranţa sistemelor ;
- Reglementări bazate pe risc ;
- Obiective de proiectare cantitative şi calitative ;
- Evaluarea tehnologiilor şi proceselor alternative ;

* Siguranţa în funcţionare a unui sistem — concept utilizat pentru caracterizarea sistemelor de mare răspundere funcţională — poate fi definită drept capacitatea acestuia de a „evita" stările periculoase, adică acele stări care conduc la defectări cu consecinţe importante privind prejudicierea factorilor umani, integritatea sistemului analizat, a celor adiacente precum şi a mediului ambiant. Siguranţa unui sistem trebuie înţeleasă ca un ansamblu de soluţii şi mijloace tehnice şi organizatorice, destinat să asigure funcţionarea sistemului analizat în condiţii de siguranţă, să prevină defectările cu consecinţe importante şi să limiteze consecinţele acestora.

- Modele probabilistice și neprobabilistice pentru estimarea siguranței sistemelor și proceselor tehnologice;
- Analiza incertitudinii;
- Incertitudini în fenomenologia fizică și chimică;
- Opinia experților în studiile de siguranța sistemelor;
- Fiabilitate umană;
- Metodologii bazate pe risc pentru îmbunătățirea pregătirii operatorilor;
- Sisteme de control computerizat și asistarea operatorilor;
- Inteligența artificială ca suport al management-ului siguranței sistemelor și proceselor tehnologice;
- Siguranța sistemelor software;
- Implicații ale progresului în domeniul calculatoarelor;
- Considerarea în studiile de siguranță a fenomenelor cu caracter catastrofic — naturale (cutremure, inundații etc.) sau de altă natură;
- Analiza multi-hazard (de exemplu, cutremure urmate de incendii ș.a.);
- Vulnerabilitatea și analiza măsurilor de siguranță a sistemelor;
- Îmbătrînirea componentelor și sistemelor și implicațiile acesteia;
- Proiectarea fiabilă;
- Aspecte sociale și juridice ale problemelor de risc și siguranță a sistemelor și proceselor tehnologice.

Coordonarea științifică a conferinței este asigurată de către **Comitetul Internațional pentru Programul Științific al PSAM'91**, format din specialiști din 15 țări.

Acceptarea preliminară a lucrărilor pentru Conferința PSAM'91 va fi bazată pe un **rezumat** de 800...1200 cuvinte, dactilografiat **la** 1 rînd, care va fi trimis — pînă la data de 6 aprilie 1990, președintelui conferinței:

Prof. George Apostolakis
Mechanical, Aerospace and Nuclear Dept.
University of California
405 Hilyard Avenue
Los Angeles, CA 90024 — 1597 — U.S.A.

Informații suplimentare privind programul științific, structura și modul de redactare a rezumatelor și lucrărilor pentru Conferința internațională PSAM'91 pot fi obținute de la dr. ing. *Ioan C. Bacivarof*, Institutul Politehnic București, Facultatea de Electronică și Telecomunicații, membru în Comitetul Internațional pentru Programul Științific al PSAM'91.

*I.C.B.*

# POŞTA REDACŢIEI

## Observaţii la articolul „Contribuţii la îmbunătăţirea metodelor şi mijloacelor pentru măsurarea temperaturii oţelurilor topite"

autori *I. Asavinei* şi *C. Iliescu* (**Calitate, fiabilitate, metrologie**, nr. 9—10 din 1989, pag. 262—26 5

Articolul prezintă o metodă de măsurare a temperaturilor înalte, cu ajutorul unui traductor cu două termoelemente conectate în serie-opoziţie, avînd prin construcţie constante de timp termice diferite. La imersarea traductorului, aflat iniţial la temperatura $\theta_0$, în mediul a cărui temperatură $\theta_M$ se măsoară, tensiunea de ieşire a sa trece printr-o valoare maximă care este proporţională cu diferenţa $\theta_M - \theta_0$ (metoda însă nu este nouă, aşa cum afirmă autorii la pag. 262 ; a se vedea pct. 6 de mai jos).

În anumite condiţii, temperatura $\theta_{1m}$ la care ajunge termoelementul de inerţie mică (termoelementul 1 din traductor) în momentul măsurării (momentul maximului indicaţiei traductorului) va fi sensibil mai mică decît $\theta_M$ (celălalt termoelement, de inerţie mai mare, va avea, evident, o temperatură inferioară). Dacă în acest moment traductorul este extras rapid din mediul de temperatură înaltă, termocuplurile sale nu vor fi supuse temperaturii $\theta_M$ ci unei temperaturi inferioare acesteia.

Acest principiu este foarte atractiv şi, la primă vedere, pare cel puţin competitiv cu metodele tradiţionale. O examinare mai atentă relevă însă neajunsuri de fond ale metodei, care nu au fost luate în considerare de autorii articolului.

1. Pentru a măsura o temperatură $\theta_M$ (tipic de 1600°C) astfel ca temperatura termocuplului 1 să nu depăşească o valoare limită $\theta_l$ (tipic de 1200°C), este necesar ca la $t = t_m$ să avem $\theta_{1m} \leqslant \theta_l$. Din ecuaţiile (1)—(4) se obţine

$$\theta_{1m} = (\theta_M - \theta_0)(1 - K^{\frac{1}{1-K}})$$

Condiţia pe care trebuie s-o îndeplinească $K$ rezultă :

$$1 - K^{\frac{1}{K-1}} \leqslant \frac{\theta_l}{\theta_M - \theta_0} \quad \text{sau}$$

$$K^{\frac{1}{K-1}} \geqslant 1 - \frac{\theta_l}{\theta_M - \theta_0}$$

Cu datele tipice de mai sus $\theta_M = 1600°C$, $\theta_l = 1200°C$ şi $\theta_0 = 0°C$ se obţine

$$K^{\frac{1}{K-1}} \geqslant 0{,}25 \text{ sau } K \geqslant 0{,}5$$

Pe de altă parte, dacă $K > 0{,}7$ tensiunea de ieşire a traductorului $E_m$ scade excesiv (sub 0,15 din t.e.m. a unui termocuplu).

Deci constantele de timp ale celor două termocupluri $T_1$ şi $T_2$ trebuie să satisfacă condiţia

$$K = 0{,}5 \ldots 0{,}7 \text{ adică } T_1 = (0{,}5 \ldots 0{,}7)\ T_2$$

Dar în zona $K = 0{,}5 \ldots 0{,}7$ valoarea $F(K)$ depinde critic de $K$. O abatere de 2% a valorii lui $K$ antrenează o variaţie de ordinul 30°C a indicaţiei traductorului.

Într-o producţie de serie ar fi foarte greu de asigurat ca raportul $K = T_1/T_2$ să fie reproductibil în limite de exemplu de $\pm 1\%$ ($T_1$ şi $T_2$ depind de dimensiuni, de materiale, de mici interstiţii de aer etc., care pot diferi de la o şarjă la alta sau un exemplar la altul şi pot chiar varia în timp, datorită manşonului exterior sau altor cauze).

Deci principala deficienţă a traductorului prezentat în articol este că **nu se pretează unei producţii de serie.**

2. Observăm că afirmaţia autorilor de la pag. 264 ultimele două rînduri : „sensibilitate mai mare decît a termocuplurilor Pt Rh—Pt" nu este adevărată. Într-adevăr, factorul $F(K)$ din (4), în condiţiile pct. 1 de mai sus, ia valori între cca. 0,15 . . .0,25, ceea ce reduce de 4 . . .6 ori sensibilitatea traductorului propus faţă de cea a termocuplului unic, ajungînd astfel mai mică decît cea a termocuplului Pt Rh—Pt.

3. La pag. 262 alin. penultim se afirmă că „cele două termoelemente sînt conectate în derivaţie". În realitate, ele sînt conectate în serie.

4. Formula (4) este redată greşit în text. Forma corectă este

$$\theta_m = (\theta_M - \theta_0)(1 - K)\, K^{\frac{K}{1-K}}$$

5. În formula (6) lipseşte semnificaţia lui $K_0$, iar $n = 1$ (şi nu $n = 2$ cum apare în text).

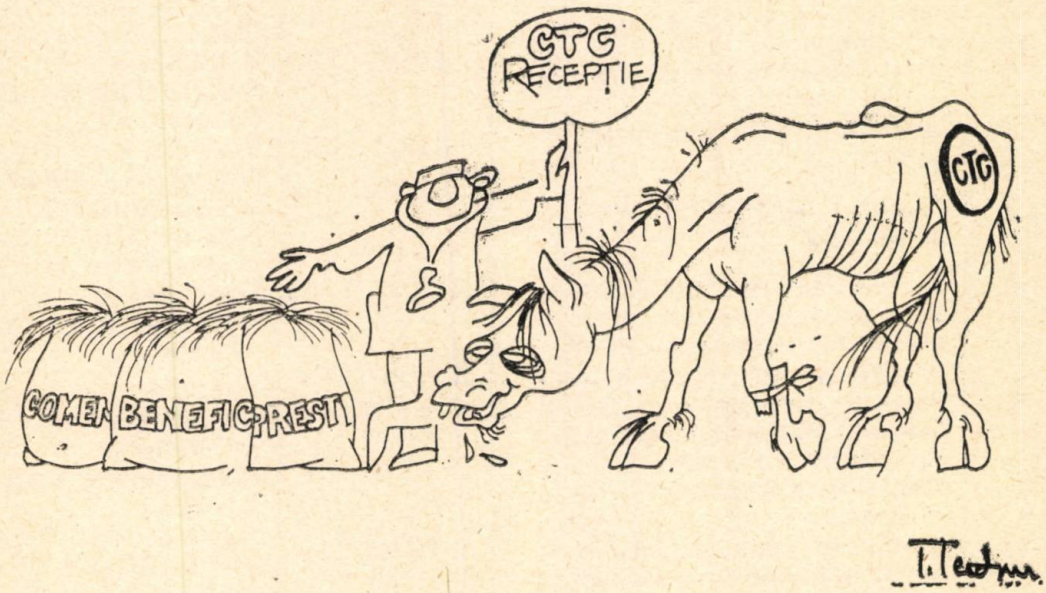
6. Articolul nu are referinţe bibliografice. Ca urmare, facem noi completarea necesară, cu cîteva lucrări în care metoda descrisă în articol este tratată exhaustiv :

[1] *Soviani, R., Tofan, I.* : Bazele teoretice şi experimentale ale traductoarelor de variaţii de temperatură bazate pe inerţia termică. Metrologia aplicată vol. 11 nr. 8, aug. 1964, p. 357—366

[2] *Soviani, R., Tofan, I.* : Probleme ale construcţiei şi performanţelor traductoarelor electrice de variaţii de temperatură de tip generator. Metrologia aplicată vol. 12 nr. 6, iun. 1965, p. 255—262

[3] *Soviani, R., Tofan, I.* : Regimul dinamic al traductoarelor electrice de variaţii de temperatură. Metrologia aplicată vol. 12 nr. 7, iul. 1965, p. 314—325

Ing. *M. Simionescu*
(ICPE Bucureşti)



# STANDARDE DE STAT (STAS) GENERALE DIN DOMENIILE CALITĂȚII, FIABILITĂȚII ȘI METROLOGIEI, PREZENTATE ÎN ORDINEA INDICILOR DE CLASIFICARE ALFANUMERICĂ ȘI A NUMĂRULUI LOR, ÎN VIGOARE LA DATA DE 31 DECEMBRIE 1989

| STAS | DENUMIREA |
|---|---|
| U 3 | CALITATEA ÎN PRODUCȚIA INDUSTRIALĂ |
| U 30 | *Generalități* |
| 1850—62 | Formarea probelor de laborator prin metoda sfertu-rilor. Prescripții generale |
| 10055—76 | Calitatea produselor. Terminologie. |
| U 31 | *Controlul calității proceselor de fabricație* |
| R 1849—72 | Controlul statistic al calității. Controlul în timpul procesului de fabricație. Principii de bază. |
| R 5880—72 | Controlul statistic al calității Controlul în timpul procesului de fabricație prin măsurare. |
| R 5997—72 | Controlul statistic al calității. Controlul în timpul procesului de fabricație prin atribute și prin număr de defecte |
| U 32 | *Controlul calității loturilor de produse* |
| 3160/1—84 (M-SR 3/87) | Verificarea calității loturilor de produse pe baza nivelului de calitate acceptabil (*AQL*). Reguli de utilizare a procedeelor și tabelelor statistico-matematice pentru verificarea calității prin atribute și prin măsurare |
| 3106/2—84 (M-SR 3/87) | Verificarea calității loturilor de produse pe baza nivelului de calitate acceptabil (*AQL*). Procedee și tabele statistico-matematice pentru verificarea calității prin atribute. |
| 3160/3—84 | Verificarea calității loturilor de produse pe baza nivelului de calitate acceptabil. Procedee și tabele statistico-matematice pentru verificarea calității prin măsurare. |
| R 3160/4—89 | Reguli de eșantionare pentru verifcarea prin atribute. Planuri de eșantionare pentru verificarea loturilor izolate, indexate după calitatea limită (*LQ*). |
| 6085—86 | Verificarea calității loturilor de produse. Metode de prelevare a eșantioanelor pentru produse în bucăți. |
| U 33 | FIABILITATE |
| 8174/1—77 | Fiabilitate, mentenabilitate, disponibilitate. Fiabilitate. Terminologie |
| 8174/2—77 | Fiabilitate, mentenabilitate și disponibilitate. Mentenabilitate. Terminologie. |
| 8174/3—77 | Fiabilitate, mentenabilitate și disponibilitate. Disponibilitate. Terminologie |
| 10307—75 | Fiabilitatea produselor industriale. Indicatori de fiabilitate. |
| 10911—77 | Fiabilitate, mentenabilitate și disponibilitate. Culegerea datelor privind comportarea în exploatare a produselor industriale. |
| R 12007/1—81 | Încercarea de fiabilitate a echipamentelor. Prescripții generale. |
| R 12007/3.1—89 | Încercarea de fiabilitate a echipamentelor. Condiții preferențiale de încercare. Echipamente portabile de interior. |
| R 12007/3.2—89 | Încercarea de fiabilitate a echipamentelor. Condiții preferențiale de încercare. Echipamente staționare protejate la intemperii. |
| R 12 07/5—86 | Încercarea de fiabilitate a echipamentelor. Planuri de eșantionare pentru confirmarea proporției succesului. |
| R 12007/6—89 | Încercarea de fiabilitate a echipamentelor. Teste de validitate a ipotezei unei rate de defectare constante |

| STAS | DENUMIREA |
|---|---|
| R 12007/7—89 | Încercarea de fiabilitate a echipamentelor. Planuri de eşantionare pentru confirmarea ratei de defectare şi a timpului mediu între defectări în ipoteza unei rate de defecte constante. |
| R 12689—88 | Tehnici de analiză a fiabilităţii sistemelor. Analiza modurilor de defectare şi a efectelor defectărilor. |
| U 34 | *Metode statistice matematice* |
| 7122/1—86 | Interpretarea statistică a datelor. Reguli generale. |
| 7122/2—86 | Interpretarea statistică a datelor. Estimarea mediei şi diferenţei a două medii. |
| 7122/3—87 | Interpretarea statistică a datelor. Estimarea dispersiei şi a raportului a două dispersii. |
| 7122/6—87 | Interpretarea statistică a datelor. Determinarea intervalelor de toleranţe naturale pentru repartiţia normală. |
| 7122/7—86 | Interpretarea statistică a datelor. Determinarea intervalelor de toleranţe naturale pentru o repartiţie oarecare. |
| 7122/8—88 | Interpretarea statistică a datelor. Teste asupra mediilor şi dispersiilor. |
| U 4 | METROLOGIE |
| U 40 | *Generalităţi* |
| 1033—69 (M-SR 4/76) | Măsurări de lungime. Temperatura standard de referinţă. |
| 1665—75 | Starea normală şi volum normal. |
| 2018—80 | Densitatea şi vîscozitatea apei. |
| 2848—89 | Constante fizice fundamentale. |
| 3331/1—86 | Intervale şi scări de timp. Noţiuni de bază. |
| 3331/2—86 | Intervale şi scări de timp. Numerotare şi scriere (înlocuit parţial de STAS 10482/3—83). |
| 9490—87 | Acustica. Frecvenţe normate pentru măsurări acustice. |
| 9762—74 | Parametri fizici adimensionali. |
| 11289—87 | Valorile tensiunii superficiale a lichidelor aerometrice. |

| STAS | DENUMIREA |
|---|---|
| U 41 | *Terminologie şi simboluri* |
| 1080—73 | Vîscozitatea fluidelor. Terminologie şi unităţi de măsură. |
| 2599—75 | Mărimi caracteristice fenomenelor periodice şi convexe. Terminologie. |
| 2849/1—86 | Iluminat. Radiaţie optică. Emisie, propagare şi mărimi caracteristice generale. Terminologie. |
| 2849/2—86 | Iluminat. Stimuli de culoare şi mărimi colorimetrice. |
| 2849/3—86 | Iluminat. Receptoare de radiaţie optică. Terminologie. |
| 2849/4—86 | Iluminat. Mijloace de măsurare a mărimilor caracteristice radiaţiei optice. Terminologie. |
| 2849/5—86 | Iluminat. Proprietăţile optice ale materialelor şi substanţelor. Terminologie. |
| 2849/6—86 | Iluminat. Mărimi energetice, fotometrice şi fotonice. Terminologie. |
| 2849/7—89 | Iluminat. Tehnica iluminatului Terminologie |
| 10093/1—86 | Metrologie. Activităţi şi documente. Terminologie. |
| 10093/2—85 | Metrologie. Mărimi şi unităţi de măsură. Terminologie. |
| U 42 | *Unităţi de măsură* |
| 737/1—82 (M-SR 11/84) | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi fundamentale şi unităţi suplimentare. |
| 737/2—82 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi derivate adoptate de Conferinţa Generală de Măsuri şi Greutăţi (CGPM). |
| 737/3—84 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Reguli pentru scrierea şi utilizarea unităţilor SI. |
| 737/4—84 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Prefixe SI. |
| 737/5—84 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Multipli şi submultipli zecimali preferenţiali ai unităţilor SI. |
| 737/6—83 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor de spaţiu şi timp. |

| STAS | DENUMIREA |
|---|---|
| 737/7—83 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice fenomenelor periodice şi conexe. |
| 737/8—84 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice mecanicii. |
| 737/9—83 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice electromagnetismului. |
| 737/10—87 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice fenomenelor calorice. |
| 737/11—84 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice luminii şi radiaţiilor electromagnetice conexe. |
| 737/12—87 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice acusticii |
| 737/13—82 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice chimiei fizice şi fizicii moleculare. |
| 737/14—83 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice fizicii atomice şi nucleare. |
| 737/15—83 (M-SR 3/87) | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice reacţiilor nucleare şi radiaţiilor ionizante. |
| 737/16—84 | Sistemul internaţional de unităţi (SI). Unităţi ale mărimilor caracteristice fizicii corpului solid. |
| 1666—73 | Vîscozitatea produselor petroliere. Conversiunea din unităţi de vîscozitate cinematică în unităţi de vîscozitate convenţională. |
| 8970—71 | Conversiunea din inci în milimetri şi din milimetri în inci a dimensiunilor cu toleranţe. |
| 9445—85 (M-SR 3/86) | Reguli de utilizare a unităţilor de măsură legale care nu fac parte din Sistemul internaţional de unităţi (SI). |
| 10085/1—75 | Conversiunea valorilor numerice dintr-un sistem de unităţi în altul. Metode generale de conversiune. |
| 10085/2—86 | Unităţi de măsură care nu fac parte din Sistemul internaţional de unităţi (SI). Factori de conversiune. |
| 10085/3—75 | Conversiunea valorilor numerice dintr-un sistem de unităţi în altul. Tabele de conversiune. |
| U 43 | *Reproducerea şi transmiterea unităţilor de măsură. Scheme de transmitere, metode şi mijloace de etalonare şi verificare metrologică* |
| 1510—87 | Maşini de încercări mecanice statice. Condiţii tehnice pentru verificare. |
| 2100—80 | Scara internaţională practică de temperatură din 1968 (SIPT—68). |
| 4447—83 (M-SR 3/86) | Dinamometre pentru forţe statice. Clasificare. |
| 7169/1—82 | Verificarea aparatelor pentru încercarea durtăţii Brinell |
| 7169/2—82 | Verificarea aparatelor pentru încercarea durităţii Vichers. |
| 7169/3—88 | Verificarea aparatelor pentru încercarea durităţii Rokwell. Scările A, B, C, D, E, F, G, H, K, L, M, R şi S. |
| 7169/4—86 | Verificare aparatelor pentru încercarea durităţii dinamico-elastice Shore. |
| 7170—87 | Metrologie. Plăcuţe etalon de duritate. Condiţii tehnice şi metrologice. Etalonare. |
| 7237—82 (M-SR 3/86) | Dinamometre de laborator. Etalonare. Condiţii tehnice de calitate. |
| 7238—80 | Ciocane-pendul pentru încercarea materialelor la încovoiere prin şoc. |
| 8619/1—79 | *p*H-metrie. Scara de *p*H a soluţiilor apoase. |
| 8619/2—79 | *p*H-metrie. Soluţii tampon de *p*H. |
| 8619/3—81 | *p*H-metrie. Măsurarea electrometrică a *p*H-ului soluţiilor apoase. |
| 9115—81 | Verificarea aparatelor pentru încercarea durităţii Rockwell superficiale. Scările N şi T. |
| 9780—83 | Acustica psihofiziologică. Zero normal de referinţă pentru etalonarea audiometrelor cu sunete pure. |

| STAS | DENUMIREA |
|---|---|
| 9838—82 | Torsiodinamometru de laborator. Etalonare. Condiţii tehnice de calitate. |
| 10291—75 | Maşini pentru încercat la tracţiune. Determinarea compliantei elastice aparente. |
| 11071/1—88 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de lungime. |
| 11071/2—78 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de volum pentru fluide. |
| 11071/3—81 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de unghi plan. |
| 11071/4—89 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de timp. |
| 11071/5—78 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de masă. |
| 11071/6—86 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de forţă în regim static. |
| 11071/7—78 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de presiune. |
| 11071/8—86 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de moment al forţei sau al cuplului de forţe în regim static. |
| 11071/9—78 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de vîscozitate pentru lichide newtoniene. |
| 11071/11—78 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de tensiune electrică. |
| 11071/12—78 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de rezistenţă electrică. |
| 11071/13—78 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţilor de putere şi energie electrică. |
| 11071/14—88 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de temperatură. |
| 11071/15—85 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţilor de duritate. |
| 11071/16—79 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de *p*H a soluţiilor apoase. |
| 11071/17—83 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de capacitate electrică. |
| 11071/18—83 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţii de inductanţă. |
| 11071/19—83 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţilor de activitate (a unui radionuclid) şi de activitate masică. |
| 11071/20—83 | Transmiterea unităţilor de măsură. Schema de transmitere a unităţilor de expunere şi de debit de expunere. |
| U 44 | *Metode generale de măsurare* |
| 6451/1—78 | Acustica fizică şi psiho-fiziologică. Calculul teoriei şi nivelului de tărie acustică ale sunetelor şi zgomotelor. |
| 6451/2—78 | Acustica psiho-fiziologică. Calculul teoriei şi nivelului de tărie acustică a sunetelor. Metoda complexă. |
| 6880/1—88 | Colorimetrie. Colorimetrie de reflexie. Noţiuni generale. |
| 6880/2—88 | Colorimetrie. Colorimetrie de reflexie. Măsurarea culorii. |
| 6880/3—88 | Colorimetrie. Colorimetrie de reflexie. Calculul diferenţelor de culoare. |
| 6901/—78 | Acustica psiho-fiziologică. Curbe normale de egal nivel de tărie acustică şi relaţii între nivelurile de presiune acustică. |
| 7239—65 | Măsurarea fluctuaţiei de viteză la aparatele pentru înregistrarea şi (sau) redarea sunetului. |
| 7347/1—83 | Determinarea debitelor fluidelor în sistemul de curgere sub presiune. Metoda micşorării locale a secţiunii de curgere. Măsurarea cu diafragme şi ajutaje. |

| STAS | DENUMIREA |
|---|---|
| 7347/2—90 | Determinarea debitelor fluidelor în sisteme de curgere sub presiune. Metoda micșorării locale a secțiunii de curgere. Metoda de calcul. |
| 7347/3—83 | Determinarea debitelor fluidelor în sistemul de curgere sub presiune. Metoda micșorării locale a secțiunii de curgere. Măsurarea cu diafragme și ajutaje. |
| 7347/4—74 (M-SR 8/80) | Determinarea debiului fluidelor în sistemele de curgere sub presiune. Metoda micșorării locale a secțiunii de curgere. Legături între elementul primar și secundar ale mijloacelor de măsurare. |
| 9997—90 | Acustica în transporturi. Măsurarea nivelului de zgomot la bordul navelor. Metoda de măsurare. |
| 10487/1—76 (M-SR 6/82) | Determinarea debitului fluidului în sistemul de curgere sub presiune. Determinarea debitului de apă prin metoda injectării. Prescripții generale. |
| 11987—83 | Acustica psiho-fiziologică. Audiometrie. Prescripții generale. |
| 12055—82 | Măsurarea debitelor fluidelor. Terminologie. |
| R 12091—82 | Măsurarea debitelor fluidelor. Calculul erorii limită de măsurare a debitelor. |
| U 45 | Prelucrarea, prezentarea și interpretarea rezultatelor măsurărilor. |
| 2872/1—86 | Prelucrarea rezultatelor măsurărilor. Terminologie și reguli generale pentru prezentarea rezultatelor. |
| R 2872/2—86 | Prelucrarea rezultatelor măsurărilor. Evaluarea repetabilității și reproductibilității metodelor de încercare, prin determinări interlaboratoare. |
| 11278—79 | Identificarea rezultatelor aberante ale măsurărilor. |

*NOTE*:

1. Standardele de stat al căror număr este precedat de litera R conțin date cu caracter informativ și sînt, ca urmare, standarde de stat de recomandare (Exemplu : R 1849—72).

2. Între paranteze, după numărul unor standarde de stat, sînt indicate litera mare M, Nr. și anul revistei Standardizarea română (SR) în care s-au publicat modificări ale acestor standarde (Exemplu : M-SR 3/87).

*GH.P.I.*

# Măsurile, mijloacele şi instalaţiile de măsurare care au fost supuse încercărilor metrologice de stat în perioada ianuarie—iunie 1989, cărora li s-au acordat aprobare de model, de IGSCCP—Inspecţia Metrologiei de Stat (partea I)

I. În domeniile : **LUNGIMI. ARII. VERGENȚĂ**

1. Lere pentru grosimi, tip LG-1 și LG-2, cu aprobare de model nr. 74/2598/1989 pentru Întreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale :

— valori nominale :

— tipul LG-1 : 0,1 ; 0,3 ; 0,45 ; 0,7 mm

— tipul LG-2 : 0,05 ; 0,01 ; 0,15 ; 0,20 ; 0,25 ; 0,30 ; 0,40 ; 0,45 ; 0,50 ; 0,70 mm

— clase de exactitate : 2 și 3 (conform STR 2022/1—89)

2. Suport aparate speciale, tip SAS, cu aprobarea de model nr. 2622/1989 pentru Întreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale :

— interval de reglare brută : 50 mm

— interval de reglare fină : 10 mm

— abatere de la planitatea suprafeței de măsurare : 0,002 mm.

3. Traductor electroacustic pentru deformații unitare, tip TDU—E, cu aprobarea de model nr. 3419/1989, pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice București.

Caracteristici principale :

— intervale de măsurare : 0...1000 μm/m ; 0...2000 μm/m ; 0...4000 μm/m

— clasă de exactitate : 2,5 (raportată la limita maximă a intervalului de măsurare)

— frecvență inițială : 700±50 Mz.

4. Șubler cu cadran, cu aprobarea provizorie de model nr. 24/3806/1989 pînă la data de 30.09.1989, pentru Întreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...150 mm

— valoarea diviziunii : 0,05 mm

— eroarea de justețe tolerată : ± 0,005 mm pe intervalul 0...100 mm ± 0,006 mm pe intervalul 101...150 mm.

5. Aparat de măsurat și trasat pe verticală, tip RV 600, cu aprobare de model provizorie nr. 40/3998/1989, pînă la data de 30. 06.90, pentru Întreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...600 mm

— valoarea diviziunii : 0,01 mm

— eroarea de justețe tolerată : ±0,05 mm.

6. Modul de comandă axă mașină cu traductoare de tip analogic, tip MPAX-01, cu aprobarea provizorie de model nr. 113/4095/ /1989, pînă la data 30.09.1990 pentru Întreprinderea de Elemente pentru Automatizări București.

Caracteristici principale :

— intervale de măsurare : 0...20 m ; 0... ...$n$·360°

— rezoluție : 0,001 mm sau 0,001°

— amplitudinea erorii de bază tolerate :0,008 mm pentru traductor inductosyn liniar de 0,002 mm, 0,010 mm pentru traductor rezolver și 0,010° pentru traductor inductosyn rotativ.

7. Modul de comandă axă mașină cu traductor de tip incremental, cu aprobarea provizorie de model nr. 114/4095/1989 pînă la data de 30.09.1990, pentru Întreprinderea de Elemente pentru Automatizări București.

Caracteristici principale :

— intervale de măsurare : 0...20 m ; 0... ...$n$·360°

— rezoluție : 0,001 mm ; 0,001°

— amplitudinea erorii de bază tolerate : 0,008 mm pentru traductor incremental liniar și 32′24″ pentru traductor incremental rotativ cu 1000 impulsuri pe rotație.

8. Comparator electronic de măsurat lungimi, cu aprobarea de model-prototip nr. 4592 /1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : ±20 μm

— rezoluție : 0,01 μm

— calsă de exactitate : 1 (raportată la limita maximă a intervalului de măsurare).

9. Traductor extensometric tip TEM—TA, cu aprobarea provizorie de model nr. 4740/ /1989, pînă la data de 30.06.1990, pentru Întreprinderea de Aparate și Utilaje pentru Cercetare București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...5 mm

— bază de măsurare : 50±0,1 mm ; 100± ±0,2 mm

— clasă de exactitate : $B_1$ ; $B_2$ și $C$.

10. Traductor de deplasare cu sistem fotoelectric incremental de rotație, tip TID—R, cu aprobarea provizorie de model nr. 4825/ /1989 pînă la data de 31.12.1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...10 mm ; 0... ...30 mm ; 0...50 mm

— rezoluție : 0,01 mm

— clasă de exactitate : 2 (conform STR E 924/88).

11. Tampon pneumatic, cu aprobarea de model nr. 4854/1989, pentru Întreprinderea de Mașini Unelte Suceava.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : Ø 4...Ø 120 mm

— abatere de formă tolerată : 0,005 mm.

12. Aparat de control activ postoperațional pentru mașini de rectificat fără centrare, tip RFC-50-p-1, tip RFC-50-2 cu aprobarea de model-prototip nr. 4918/1989 pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule București.

Caracteristici principale :

— intervale de măsurare : ±0,020 mm ; ± ±0,040 mm ; ±0,100 mm

— rezoluție : 0,0005 mm ; 0,001 mm ; 0,002 mm

— eroare de justețe tolerată : ±1 μm ; ± ±2 μm ; ±3 μm.

13. Traductor pentru măsurarea abaterii tolerate a muchiei așchietoare a discului diamentat, tip TALD-100, cu aprobarea de model prototip, pentru Institutul de Cercetări pentru Industria Electrotehnică filiala Iași.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : ±50 μm

— rezoluția : 0,1 μm

— eroare de justețe tolerată : ±2 μm.

14. Instalaţie complexă de control biele, cu aprobare model-prototip, nr. 4938/1989, pentru Întreprinderea Mecanică Fină Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : Ø 40...Ø 79
— valoarea diviziunii : 1 μm
— eroare de justeţe tolerată : ±2 μm.

15. Maşină de măsurat în 3 coordonate, tip MM3C, cu aprobarea provizorie de model nr. 4939/1989, pînă la data de 30.09.1990, pentru Întreprinderea Mecanică Fină Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 1 000 × 800 × 600 mm
— rezoluţie : 1 μm
— eroare de justeţe tolerată : ±(0,010 + + 0,010 · $L$) μm

16. Maşină de măsurat în 3 coordonate tip MM3C, cu aprobarea de model-prototip nr. 4939/1989, pentru Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină şi Scule Bucureşti.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 1600 × 1 000 × × 1 000 mm
— rezoluţie : 1 μm
— eroare tolerată : ±(0,010 + 0,010 · $L$)μm.

17. Aparat de verificat diametrul mediu la filet interior, cu aprobare de model-prototip pentru Întreprinderea Maşini Unelte Suceava.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 12...125 mm
— valoare diviziune : 0,01 mm
— eroare de justeţe tolerată : ±0,03 mm.

18. Rigle milimetrice de înaltă precizie, cu aprobarea de model nr. 4955/1989 pentru Întreprinderea Mecanică Fină Bucureşti.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 0...790 mm; 0...1080 mm.
— valoare diviziune : 1 mm
— eroare de justeţe tolerată : ±0,008 ; ± ± 0,010 mm.

19. Traductor interferometric de deplasare tip LASINTERFD cu aprobarea de model-prototip nr. 4963/1989, pentru Institutul de Fizică şi Tehnologia Aparatelor cu Radiaţii Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0... 20 mm
— rezoluţie : 0,001 mm
— eroare de justeţe tolerată : ±(5 · $10^{-4}$ · $L$ + + 0,1) μm.

20. Dispozitiv de control pentru inel exterior cu aprobarea de model prototip nr. 4964/ /1989, pentru Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină şi Scule Bucureşti.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : Ø 13... Ø 19,3 mm ; Ø 59... Ø 46 mm
— valoare diviziune : 0,001 mm
— erori de justeţe tolerate : ± 0,006 mm ; ± 0,015 mm.

21. Compas pentru măsurarea grosimii peretelui la ţevi cu aprobarea provizorie de model nr. 4986/1989 pînă la 31.12.1990, pentru Întreprinderea de ţevi Zalău.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0... 15 mm
— valoare diviziune : 0,1 mm
— eroare de justeţe tolerată : ±0,1 mm.

22. Calibrator pentru traductoare de ultrasunete, tip MCA — 03, cu aprobarea de model prototip nr. 4991/1989, pentru Institutul de Reactori Nucleari Energetici, Piteşti.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : ± 25 mm ; 0... 210 mm
— valoare diviziune : 0,01 mm
— eroare de justeţe tolertă : ± 0,1 mm.

23. Şubler pentru sudură cu aprobarea provizorie de model nr. 17/4998/1989 pînă la data de 30.06.1990 pentru Întreprinderea de Accesorii pentru Maşini Unelte Blaj.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 0... 10 mm ; 0... ...30 mm ; 0... 40 mm
— valoare diviziune : 0,1 mm
— eroare de justeţe tolerată : ± 0,1 mm.

24. Comparator universal cu palpator orientabil tip CUPO 1 cu aprobarea provizorie de model nr. 5013/1989 pînă la data de 31.09.1990, pentru Întreprindere Mecanică Fină Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : ± 0,05 mm
— valoare diviziune : 0,001 mm
— clasă de exactitate : 2.

25. Plăci mină verticală cu aprobare de model nr. 5016/1989 pentru Institutul de Meteorologie şi Hidrologie Sibiu.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 500 mm
— valoare diviziune : 100 mm
— eroare de justeţe tolerată : ± 5 mm.

26. Dilatometru pentru electrozi de cărbune grafitat, tip DEC-01 cu aprobarea de model prototip nr. 5017/1989, pentru Întreprinderea de Aparate şi Utilaje pentru Cercetare — Filiala Galaţi.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0... 100 μm
— valoare diviziune : 0,01 μm pentru intervalul 0... 20 μm
— valoare diviziune : 0,1 μm pentru intervalul 20... 10 μm
— eroare tolerată : ± 0,5 μm ± 1 digit pentru intervalul 0... 20 μm ± 1 μm / ± 1 digit pentru intervalul 20... 100 μm

II. În domeniile: **UNGHIURI PLANE ȘI PARAMETRII SUPRAFEȚELOR**

1. Rigle de control cu o muchie activă, tip *A*, cu aprobarea de model nr. 3688/1989, pentru Întreprinderea Mașini Unelte Suceava.

Caracteristici principale:
- lungime riglă: 75 mm; 100 mm; 150 mm; 200 mm; 300 mm; 400 mm; 500 mm;
- clasă de exactitate: 000; 00; 0;
- material: oțel

2. Rigle de control cu două suprafețe active, tip *F*, cu aprobarea de model nr. 3772/1989, pentru Întreprinderea Mașini Unelte Suceava.

Caracteristici principale:
- lungime riglă: 840 mm; 1040 mm; 1640 mm; 2040 mm;
- clasă de exactitate: 0; 1; 2
- material: fontă

3. Dispozitiv pentru verificarea nivelelor, cu aprobarea de model nr. 4523/1989, pentru Întreprinderea Optică Română București.

Caracteristici principale:
- interval de măsurare: 0... 4 mm/m; 0... ... 800″
- valoare diviziune: 0,001 mm/m; 0,2″
- eroare de justețe tolerată:

$$\pm (5 + \alpha/1000)\ \mu m/m$$
$$\pm (1 + \alpha/200)''$$

4. Traductor fotoelectric incremental de rotație de înaltă rezoluție, tip maxiTIRO, cu aprobarea de model-prototip nr. 4916/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule București.

Caracteristici principale:
- interval de măsurare: 0... 360°
- număr de impulsuri/rotație: 2000...10000
- eroare de justețe tolerată:

$$\pm 0{,}5 \left( \frac{360°}{2000} \ \ldots \ \frac{360°}{10000} \right)$$

- semnale de ieșire: TTL; colector în gol cu $U_{max} = 30$ V și $I_{max} = 40$ mA

5. Echipament specializat pentru măsurarea axelor cu came, tip ESMAC 02, cu aprobarea de model nr. 4917/1989, pentru Întreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale:
- interval de măsurare: axa $X$: 0... 360° axa $Y$: 0... 1200 mm axa $Z$: 0... 15 mm
- valoare diviziune: axa $X$: 0,001° axa $Y$: 0,001 mm axa $Z$: 0,001 mm
- eroare de justețe tolerată: axa $X$: 60″ axa $Y$: ±0,020 mm axa $Z$: ±0,006 mm

6. Rigle de control cu două și patru suprafețe active, tip *D*2 și *D*4, cu aprobarea provizorie de model nr. 4924/1989 până la data de 30.06.1990, pentru Cooperativa de Producție, Achiziții și Desfacerea Mărfurilor Gherța Mică.

Caracteristici principale:
- lungime riglă: tip *D*2: 340 mm; 540 mm; 840 mm; 1040 mm; 1240 mm; 1640 mm tip *D*4: 340 mm; 540 mm; 840 mm; 1040 mm; 1240 mm
- clasă de exactitate: 000; 00; 0
- material: andezit

7. Echipament specializat pentru măsurarea axelor cu came, tip ESMAC 06, cu aprobarea de model nr. 4962/1989, pentru Întreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale:
- interval de măsurare: axa $X$: 0...360°, axa $Z$: 0... 20 mm
- valoare diviziune: axa $X$: 0,001° axa $Z$: 0,001 mm
- eroare de justețe tolerată: axa $X$: 300″ axa $Z$: ± 0,030 mm

8. Traductor fotoelectric incremental de rotație pentru metalurgie, tip TIRO-M, cu aprobarea provizorie de model nr. 4973/1989 până la data de 30.12.1989 pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule București.

Caracteristici principale:
- interval de măsurare: 0... 360°
- număr de impulsuri/rotație: 50... 2000
- eroare de justețe tolerată:

$$\pm 0{,}5 \left( \frac{360°}{50} \ \ldots \ \frac{360°}{2000} \right)$$

- semnale de ieșire: 24 V; colector în gol cu $U_{max} = 24$ V și $I_{max} = 15$ mA

9. Clinometru electroacustic fix, tip CF, cu aprobarea de model-prototip nr. 36/4999/1989, pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice București.

Caracteristii principale:
- interval de măsurare: $\pm 2 \cdot 10^{-3}$ rad
- sensibilitate: $30 \cdot 10^3$ Hz/rad
- eroare de justețe tolerată: $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ rad
- frecvență inițială la 20° ± 5°C: 800 ± 50 Hz
- lungime maximă cablu: 300 m.

(continuare în nr. viitor)

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

REDACȚIA :

COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU
STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21 sector 1
Telefon : 15 02 00 și 17 01 60/982

ADMINISTRAȚIA :

ÎNTREPRINDEREA DE STAT PENTRU
IMPRIMARE ȘI ADMINISTRAREA
PUBLICAȚIILOR

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1,
București, 71 341
Telefon : 177729, 176010 și 176020.
interior 2086 și 2483.

1991 JUN 04

COLEGIUL DE REDACȚIE

**Redactor șef :** dr. ing. Dan Stoichițoiu

Colectiv Secțiunea **Calitate :** ing. Ioan Roman — *redactor responsabil.* ing Mihai Meiu, ing. Radu Moțoiu, ing. Traian Teodoru

Colectiv Secțiunea **Fiabilitate :** dr. ing. Ioan Bacivarof — *redactor responsabil,* dr. ing. Adrian Mihalache, dr. Viorel Vodă, fiz. Adalbert Szakàts, dr. ing. Ulrich Wiener

Colectiv Secțiunea **Metrologie :** dr. ing. Aurel Millea, — *redactor responsabil,* fiz. Dragoș Boiciuc, ing. Paul Dârvariu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, ing. Radu Soviani.

**Secretar de redacție :** Viorica Burciu

Cererile pentru abonamente vor fi adresate administrației, în contul 645150228 BNR, filiala sector 1, precum și la oficiile poștale. Costul unui abonament anual este 180 lei

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate a ISIAP Calea Victoriei 174 cont 645150228 BNR filiala sector 1

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă. București, str. 13 Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

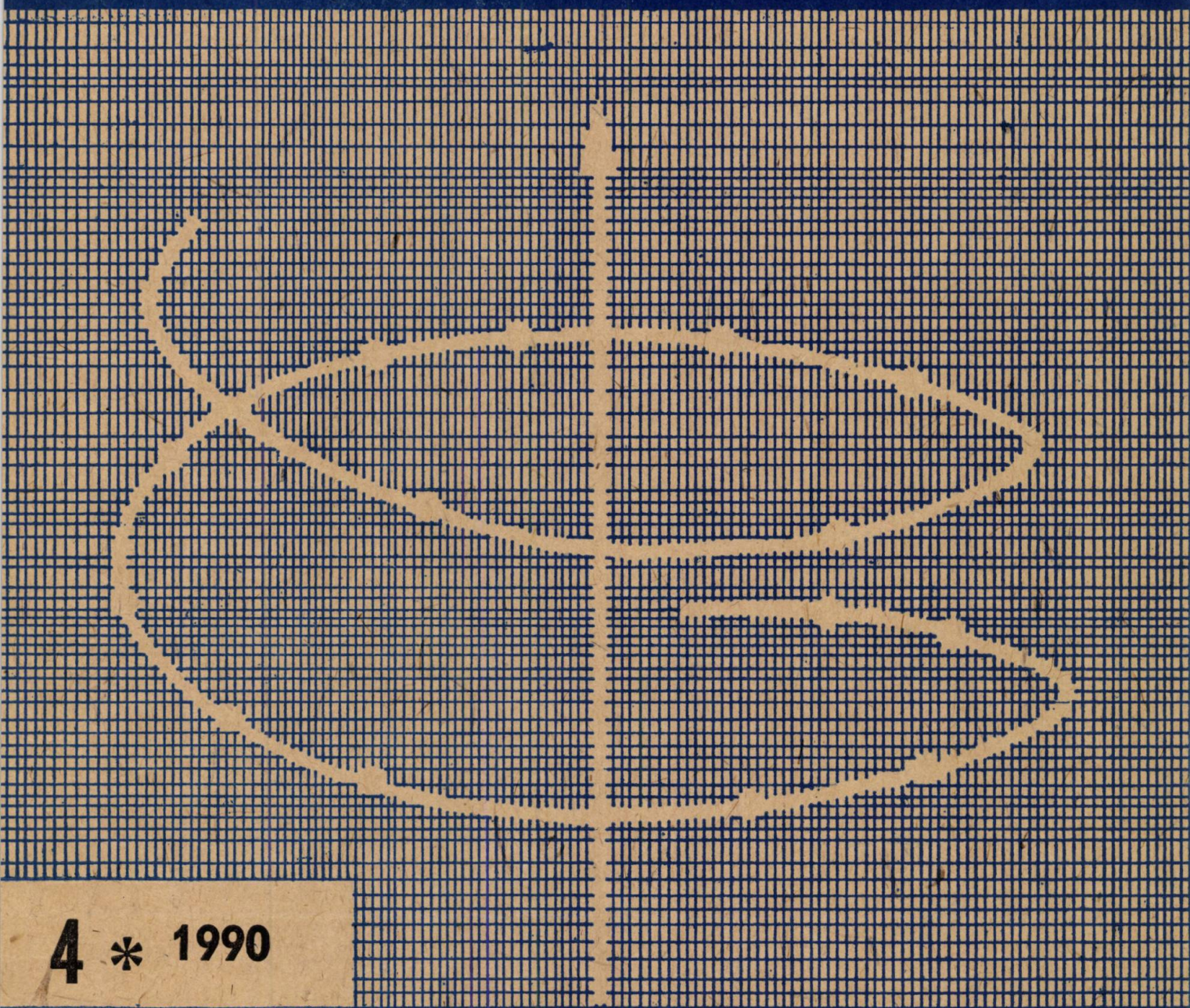
*

**30 lei**

c. 2292 — ÎNTREPRINDEREA POLIGRAFICĂ „UNIVERSUL" BUCUREȘTI

E 8225

# CALITATE FIABILITATE METROLOGIE



4 * 1990

## SUMMARY


**QUALITY**

*IOAN ROMAN*: Statistical control based upon the AQL or the null acceptation method associated with the AQL? . . . . . 114
*RADU MOŢOIU*: How to take the decision of adopting the control and sorting automata . . . . . 118
*ADRIANA BOŞIANU*: Diagrams for reliability indicators . . . . . 122

**RELIABILITY**

*VASILE CĂTUNEANU* and *ROMEO CIOBANU*: Possibilities of estimating the reliability of fibrous electrotechnical materials against UV-radiation 125
*ZENO PIRCEA* and *DOREL FLUERAŞ*: Some topics on the operational reliability of welding installations . . . . . 128
*COSTICĂ I. NITU*: The reliability of numerical command systems (I) . . . . . 130

**METROLOGY**

*TRAIAN DEMIAN* and *ADRIAN PASCU*: Feelers of coordinate measuring systems . . . . . 134
*LAURENŢIU MOLDOVAN* a.o.: Special equipments for camshaft measurement . . . . . 141
*VALENTIN M. FERU* a.o.: An absolute method of radiant power measurement for some laser beams 144

**DISCUSSIONS. INFORMATION**

*AUREL MILLEA*: Where to, metrology? . . . . 152

**OFFICIAL PART**

* * * Means of measurement with granted model approval for the period of January-June 1989 (II) 154


## SOMMAIRE


**QUALITÉ**

*IOAN ROMAN*: Contrôle statistique basé sur l'AQL ou la méthode d'acceptation zero associée avec l'AQL? . . . . . 114
*RADU MOŢOIU*: Comment prendre la décision d'adapter les ausomates de contrôle et de triage . . . . 118
*ADRIANA BOŞIANU*: Diagramme pour les indicateurs teurs de la fiabilité . . . . . 122

**FIABILITÉ**

*VASILE CĂTUNEANU* et *ROMEO CIOBANU*: Possibilités d'estimer la fiabilité des matériaux électrotechniques fibreux au rayonnement ultraviolet . . . . . 125
*ZENO PIRCEA* et *DOREL FLUERAŞ*: Considérations sur la fiabilité opérationelle des outillages de soudure . . . . . 128
*COSTICĂ I. NITU*: La fiabilité des systèmes numériques de direction (I) . . . . . 130

**MÉTROLOGIE**

*TRAIAN DEMIAN* et *ADRIAN PASCU*: Palpateurs des appareils de mesurage en coordonnée 134
*LAURENŢIU MOLDOVAN* et autres: Equipements spéciaux pour mesurer les arbres à cames . . . 141
*VALENTIN M. FERU* et autres: Une méthode de mesurage absolue de la puissance radiante de quelques faiscieaux laser . . . . . 144

**DEBATS. INFORMATIONS**

*AUREL MILLEA*: Métrologie, par où? . . . . . 152

**PARTIE OFFICIELE**

* * * Moyens de mesurage avec approbation de modèle pour la péri ode de janvier-juin 1989 (II) . . . 154

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

Publicație de informare și dezbatere
tehnico-economică
a
COMISIEI NAȚIONALE PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

## SUMAR

**CALITATE**

*IOAN ROMAN*: Controlul statistic pe bază de AQL sau metoda zero acceptare asociată cu AQL? . . . . . 114
*RADU MOȚOIU*: Cum se ia decizia de adoptare a automatelor de control și sortare . . . . . 118
*ADRIANA BOȘIANU*: Grafic pentru indicatorii de calitate . . . . . 122

**FIABILITATE**

*VASILE CĂTUNEANU* și *ROMEO CIOBANU*: Posibilități de estimare a fiabilității materialelor electroizolante fibroase la radiație ultravioletă . . . . . 125
*ZENO PIRCEA* și *DOREL FLUERAȘ*: Considerații privind fiabilitatea operațională a utilajelor de sudare . . . . . 128
*COSTICĂ I. NITU*: Fiabilitatea sistemelor numerice de conducere (I) . . . . . 130

**METROLOGIE**

*TRAIAN DEMIAN* și *ADRIAN PASCU*: Palpatoare ale aparatelor de măsurat în coordonate . . . . . 134
*LAURENȚIU MOLDOVAN, VASILE IULIAN* și *GHEORGHE POPAN*: Echipamente specializate pentru măsurat arbori cu came . . . . . 141
*VALENTIN M. FERU, IANCU IOVA* și *ISPĂȘOIU GHEORGHE*: Metodă absolută de măsurare a puterii radiante a unor fascicule laser . . . . . 144

**DEZBATERI. INFORMAȚII**

*AUREL MILLEA*: Metrologia, încotro? . . . . . 152

**PARTEA OFICIALĂ**

Mijloacele de măsurare cărora li s-a acordat aprobare de model în perioada ianuarie-iunie 1989 (II) . . . . . 154

*
* *

# Controlul statistic pe bază de AQL sau metoda zero acceptare asociată cu AQL?

IOAN ROMAN*)

STAS 3160/—84 privind „verificarea calității loturilor de produse pe baza nivelului de calitate acceptabil (AQL)", stabilește procedee statistico-matematice pentru verificarea calității prin atribute.

Acest standard, inspirat din standardul american militar MIL — STD 105-D are echivalență, de asemenea, identică, în toate țările industrializate din lume (anexa 1), fiind adoptat și de Organizația Internațională de Standardizare (ISO 2859—1974) și Comisia Electrotehnică Internațională (CEI 410 — 1973).

Aceasta are o importanță deosebită, deoarece s-a creat un limbaj internațional, comun tuturor țărilor, pentru cuantificarea calității loturilor de produse, pentru verificarea și recepționarea acestora.

Astfel, dacă într-un contract extern, cu o firmă din R.F.G., s-ar prevedea ca metodă de recepție standardul de stat românesc 3160/2 — 84, desigur, partenerul necunoscîndu-l, probabil, nu va agrea metoda. Dacă însă în contract se precizează metoda de recepție DIN 400080—1972 (care este identic cu STAS 3160/2—84), partenerul german ar fi acceptat imediat și în aceste condiții contractul ar fi fost concret și complet întrucît ar fi conținut și metoda pentru verificarea caracteristicilor tehnico-calitative contractate.

MIL—STD—105 D, respectiv ISO 2859/74, STAS 3160/2—84 și toate celelalte standarde similare prevăzute în anexa 1 au însă un mare dezavantaj deoarece favorizează furnizorul, indiferent de nivelul de calitate acceptabil AQL stabilit, majoritatea planurilor de eșantionare prevăzînd acceptarea loturilor, chiar dacă în eșantioane s-au depistat defecte ($A > 0$). Totodată, procentul de defecte admis în eșantion este mai mare decît valoarea AQL-ului stabilit.

Într-un articol de specialitate, cunoscutul calitolog american — *H. Hogan*, arăta că la un depozit de armament din SUA, conducerea era nemulțumită de calitatea produselor din stoc (cartușe, obuze, grenade, bombe etc. și a solicitat șefului departamentului calitate să facă o verificare la toate loturile de produse existente în depozit. La observațiile acestuia că în cazul armamentului nu se poate efectua controlul bucată cu bucată (respectiv, tragerea fiecărui glonț, obuz sau grenadă în parte) s-a convenit aplicarea controlului statistic, șeful depozitului declarînd că acceptă o fracțiune defectivă de circa 10% (deoarece controlul statistic nu asigură ZERO DEFECTE). În această situație, șeful departamentului calitate a stabilit un plan de eșantionare cu AQL = 10%(?). După terminarea și izolarea loturilor necorespunzătoare, șeful depozitului, nemulțumit în continuare de calitatea produselor din depozit, a trecut la verificarea bucată cu bucată a cîtorva loturi admise la controlul cu AQL = 10%. Spre surprinderea generală, loturile admise cu AQL = = 10% aveau o fracțiune defectivă cuprinsă între 8 și 22%. Acest lucru este logic deoarece, în STAS 3160/2 — 84 la un plan de eșantionare simplu, NC II, normal, AQL = 10% pentru un lot, de exemplu, de $N = 1201 - 3200$ buc., rezultă : $n = 125$ buc.; $A < 20$ buc.,; $R = 21$

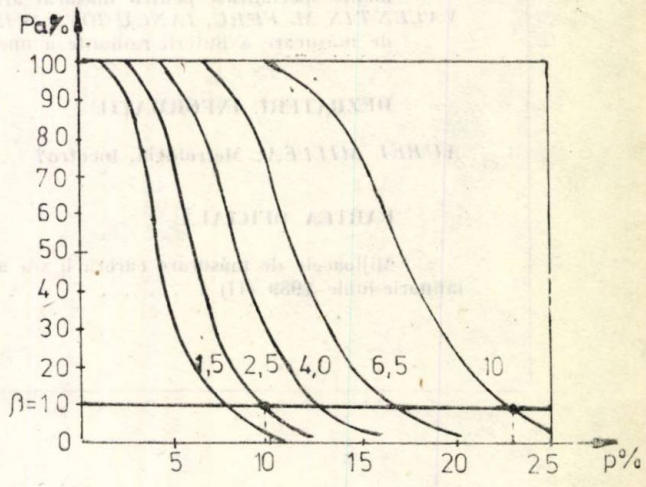



Fig. 1 Curbele de eficacitate pentru $n = 125$

buc. Deci însăși prin standardul respectiv se admite chiar în eșantion o fracțiune defectivă de 18%, fapt ce permite ca în lot să se regăsească defective în proporție chiar de 22%.

Dacă, însă, șeful compartimentului calității ar fi folosit curba operativă din standardul respectiv, corespunzătoare unui eșantion de

* Comisia Națională pentru Standarde, Metrologie și Calitate

125 buc. (curba $K$ din tabelul 28 STAS 3160/2—84, fig. 1 în text) ar fi văzut că pentru o fracțiune defectivă $p = 10\%$ corespunzătoare unui risc al beneficiarului $\beta = 10\%$ curba operativă cea mai apropiată, din punctul de intersecție dintre $p = 10\%$ și $Pa = 10\%$, era cea pentru AQL = 2,5%. Deci dacă ar fi aplicat un plan de eșantionare cu AQL = 2,5% maximum 10% din loturile admise ar fi avut o fracțiune defectivă mai mare de 10%.

Se poate trage concluzia că, controlul statistic pe bază de AQL protejează în special furnizorul, în sensul că nu i se pot respinge mai mult de 5% din loturile în care fracțiunea defectivă este mai mică sau egală cu AQL ($p \leqslant$ AQL), permițînd însă ca beneficiarul să accepte loturi cu fracțiuni defective de pînă la 7 ori mai mare decît valoarea AQL-ului contractat.

Această situație a generat necesitatea elaborării unei metode de control, tot pe bază de eșantionare, în care însă, pentru a se admite lotul, în eșantion nu se mai admite nici un defect, respectiv $A = 0$ sau ZERO ACCEPTARE.

A nu se confunda metoda ZERO ACCEPTARE cu campania ZERO DEFECTE lansată prin 1970 de japonezi. În etapa actuală, în acest mileniu și poate chiar și în mileniul trei sau patru, nu se va ajunge la perfecțiunea de a realiza o producție de masă fără nici un defect.

Vor apărea defecte la mia de produse (‰), la un milion de produse (ppm) sau poate chiar la un bilion de produse (ppb) dar, totuși, vor apărea. Chiar japonezii sînt conștienți de acest fapt însă, pentru a atinge un țel trebuie să pornească din loc, trebuie să acționeze, trebuie să se miște!

De aici a apărut campania ZERO DEFECTE.

Prin anii 60 ai secolului nostru, un american *N.L. Squeylia* a elaborat planuri de eșantionare cu $A = 0$, planuri care la început nu au avut audiență, fiind necesari circa 25 ani pentru ca specialiștii să-și dea seama de dezavantajele planurilor de eșantionare pe bază de AQL (MIL—STD—105 D) și să treacă la aplicarea metodei ZERO ACCEPTARE. Aplicată inițial în tehnica spațială, apoi generalizată și în alte sectore, această metodă a devenit tehnica de inspecție a departamentului de stat din SUA din anul 1986.

Ce este, de fapt, metoda ZERO ACCEPTARE?

Este un sistem de control foarte simplu, care are la bază numai două elemente — caracteristici (mărimea lotului $N$ și valoarea nivelului de calitate acceptabil — AQL) față de cincisprezece elemente la controlul statistic conform STAS 3160/2—84 (trei tipuri de control, 7 nivele de verificare, 3 grade de severitate etc.).

Pornind de la legea de repartiție hipergeometrică, s-a calculat mărimea eșantonului $n$, corespunzător celor două variabile (volumul lotului $N$ și valoarea nivelului de calitate acceptabil — AQL — tabelul 1).

Practic, funcție de volumul lotului și valoarea lui AQL se stabilește, folosind tabelul 1, mărimea eșantionului. Acesta se extrage din lot, se controlează bucată cu bucată și dacă urmare controlului nu a fost depistat nici un exemplar defect, deci $A = 0$, lotul se admite. Dacă nu, lotul se respinge.

*Tabelul 1*

MĂRIMEA EȘANTIONULUI LA METODA A = 0 (AQL Asociat)

| Volumul lotului N \ AQL | 0,010 | 0,015 | 0,025 | 0,040 | 0,065 | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 0,40 | 0,65 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 4,0 | 6,5 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MĂRIMEA EȘANTIONULUI $n$ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2...3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 5 | 3 | 2 | 2 |
| 9...15 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 13 | 8 | 5 | 3 | 2 | 2 |
| 16...25 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 20 | 13 | 8 | 5 | 3 | 3 | 2 |
| 26...50 | * | * | * | * | * | * | * | * | 32 | 2 | 13 | 8 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| 51...90 | * | * | * | * | * | * | 80 | 50 | 32 | 20 | 13 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 |
| 91...150 | * | * | * | * | * | 125 | 80 | 50 | 32 | 20 | 13 | 12 | 11 | 7 | 6 | 5 |
| 151...280 | * | * | * | * | 200 | 125 | 80 | 50 | 32 | 20 | 20 | 19 | 13 | 19 | 7 | 6 |
| 281...500 | * | * | * | 315 | 200 | 125 | 80 | 50 | 48 | 47 | 29 | 21 | 16 | 11 | 9 | 7 |
| 501...1200 | * | 800 | 500 | 315 | 200 | 125 | 80 | 75 | 73 | 47 | 34 | 27 | 19 | 15 | 11 | 8 |
| 1201...3200 | 1250 | 800 | 500 | 315 | 200 | 125 | 120 | 116 | 73 | 53 | 42 | 35 | 23 | 18 | 13 | 9 |
| 3201...10000 | 1250 | 800 | 500 | 315 | 200 | 192 | 189 | 116 | 86 | 68 | 50 | 38 | 29 | 22 | 15 | 9 |
| 10001...35000 | 1250 | 800 | 500 | 315 | 300 | 294 | 189 | 135 | 108 | 77 | 60 | 46 | 35 | 29 | 15 | 9 |
| 35001...150000 | 1250 | 800 | 500 | 490 | 476 | 294 | 218 | 170 | 123 | 96 | 74 | 56 | 40 | 29 | 15 | 9 |
| 150000...500000 | 1250 | 800 | 750 | 715 | 476 | 345 | 270 | 200 | 156 | 119 | 90 | 64 | 40 | 29 | 15 | 9 |
| 500001... | 1250 | 1200 | 1112 | 715 | 556 | 435 | 303 | 244 | 189 | 143 | 102 | 64 | 40 | 29 | 15 | 9 |

* Indică faptul că întregul lot trebuie inspectat

*Notă*: Numărul de acceptare în toate cazurile este zero

Față de STAS 3160/2—84, metoda ZERO ACCEPTARE prezintă cinci avantaje :

— *este mult mai simplă*, utilizînd numai 2 caracteristici în loc de 15 ;

— *scade riscul beneficiarului* de a accepta loturi necorespunzătoare ;

— *eșantionul la ZERO ACCEPTARE* este mai mic decît în cazul aplicării STAS 3160/2—84 (deci în continuare tendința pentru a se controla cît mai puțin) ;

— *elimină unele anomalii* ale STAS 3160/2-84 (la loturile mici sau cu AQL-uri strînse la care, urmare calculelor, nu au rezultat pentru cifra de acceptare $A$ numere întregi, s-au efectuat rotunjiri ca de exemplu : în loc de 0,4 s-a rotunjit la 0 sau la 1 ; în loc de 1,5 s-a rotunjit la 1 sau 2 etc. În această situație erorile sînt foarte mari deoarece 2 față de 1 este dublu, iar 1 față de zero este mai mult decît dublu) ;

— *elimină anomalia de a ACCEPTA loturi cu defecte în eșantion* ;

Motto-ul metodei zero acceptare este : **„Dacă lupți pentru ZERO DEFECTE, cum să accepți defecte în eșantion!"**

Diferența practică dintre cele două metode constă în următoarele :

— aplicînd STAS 3160/2-84 la un lot oarecare, indiferent de mărimea AQL-ului, mărimea eșantionului este aceeași, avînd valori bine stabilite, în timp ce, la ZERO ACCEPTARE, mărimea eșantionului variază funcție atît de mărimea lotului cît și de valoarea AQL-ului, putînd avea orice valoare.

— aplicînd STAS 3160/2—84 loturile se admit chiar dacă în eșantion se găsesc defective sau defecte, în schimb la ZERO DEFECTE un defect în eșantion conduce la respingerea lotului.

*Exemplul A*

Un lot $N = 1300$ buc. Plan de eșantionare SIMPLU, NC II, NOMAL, AQL = 1%, respectiv AQL = 4%. Aplicînd STAS 3160/2-84 rezultă :

| AQL | $n$ | $A$ |
|---|---|---|
| 1 | 125 | 3 |
| 4 | 125 | 10 |

*Exemplul B*

Aplicînd la același lot $N = 1300$ buc. metoda ZERO ACCEPTARE cu AQL asociat = 1%, respectiv 4%, rezultă :

| AQL asociat | $n$ | $A$ |
|---|---|---|
| 1 % | 42 | 0 |
| 4 % | 18 | 0 |

Se observă că mărimea eșantionului în acest caz este mult mai mică și variază, funcție de AQL.

În fig. 2. sînt date curbele operative pentru cele două metode cu un AQL = 4%.

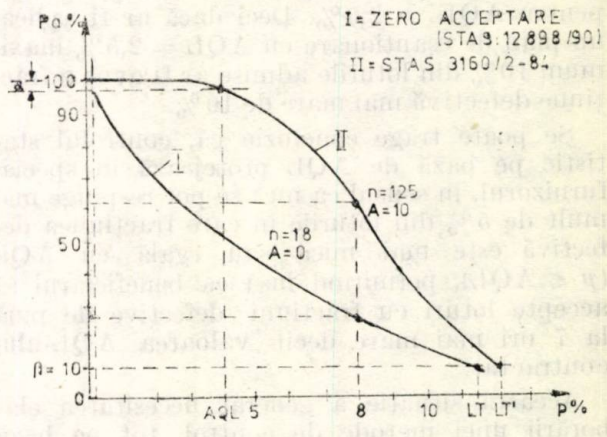



Fig 2 Curbele de eficacitate pentru cele două metode

Se observă că loturile care conțin defecte în proporție de 8% (deci dublu față de AQL-ul cu care s-a controlat) au probabilitatea de acceptare de 62% în cazul aplicării STAS 3160/2—84 și de numai 23% în cazul metodei ZERO ACCEPTARE. Rezultă că această metodă apără mai bine beneficiarul.

In tabelul 2 este dat nivelul calității medi rezultate a loturilor acceptate prin metoda ZERO ACCEPTARE (AOQL) respectiv procentul de defecte existente în loturile acceptate, funcție de mărimea lotului și valoarea AQL-ului.

Se observă că procentul de defecte în loturile acceptate cu această metodă este mai mic (maxim de 3 ori valoarea AQL-ului), față de STAS 3160/2-84 unde acesta poate ajunge pînă la 7—8 ori valoarea AQL-ului, respectiv riscul beneficiarului de a accepta loturi proaste este mai mic.

Experimental la Întreprinderea de Unelte și Scule Brașov s-a efectuat controlul prin zero acceptare în diferite faze cheie ale procesului de fabricație.

Rezultatul a fost spectaculos. Dacă pînă la introducerea acestei metode la controlul de recepție al loturilor de produse finite , aplicînd STAS 3160/84, se respingeau în medie 14—15% din loturile recepționate, la numai 4 luni de la aplicarea metodei ZERO ACCEPTARE, (de precizat : *în diverse faze ale procesului de fabricație*), aplicînd același sistem de recepție finală, procentul de respingere a scăzut la 2—2,5%!

Aplicarea metodei a stîrnit unele discuții la nivel de ateliere și executanți, însă nu a fost

*Tabelul 2*

VALORILE AOQL CORESPUNZĂTOARE PLANURILOR DE VERIFICARE C NUMĂR DE ACCEPTARE ZERO
(calitatea la ieșire)

| Volumul lotului $n$ \ AQL asociat % | 0,010 | 0,015 | 0,025 | 0,040 | 0,065 | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 0,40 | 0,65 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 4,0 | 6,5 | 10,0 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | (Numărul de acceptare în toate cazurile este zero) | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2...8 | | | | | | | | | | | | | 2,8 | 7,7 | 13, | 13,8 |
| 9...15 | | | | | | | | | | | 0,38 | 2, | 4,9 | 9,8 | 15,9 | 15,1 |
| 16...25 | | | | | | | | | | 0,37 | 1,4 | 3,1 | 5,9 | 10,8 | 10,8 | 16,9 |
| 26...50 | | | | | | | | | 0,41 | 1,1 | 2,1 | 3,9 | 6,3 | 6,6 | 6,6 | 11,5 |
| 51...90 | | | | | | | 0,05 | 0,33 | 0,74 | 1,4 | 2,4 | 4,2 | 4,8 | 5,7 | 6,9 | 8,8 |
| 91...150 | | | | | | 0,05 | 0,21 | 0,49 | 0,90 | 1,6 | 2,6 | 2,8 | 3,1 | 5,0 | 5,9 | 7,1 |
| 151..280 | | | | | 0,05 | 0,16 | 0,33 | 0,60 | 1,0 | 1,7 | 1,7 | 1,8 | 2,7 | 3,5 | 5,1 | 6,0 |
| 281...500 | | | | 0,04 | 0,11 | 0,22 | 0,39 | 0,66 | 0,69 | 0,71 | 1,2 | 1,7 | 2,2 | 3,3 | 4,0 | 5,2 |
| 501...1200 | | | 0,02 | 0,04 | 0,09 | 0,15 | 0,26 | 0,43 | 0,46 | 0,47 | 0,75 | 1,1 | 1,3 | 1,9 | 2,4 | 3,3 | 4,6 |
| 1201...3200 | 0,02 | 0,03 | 0,06 | 0,11 | 0,17 | 0,28 | 0,30 | 0,31 | 0,49 | 0,68 | 0,86 | 1,0 | 1,6 | 2,0 | 2,8 | 4,1 |
| 3201...10000 | 0,03 | 0,04 | 0,07 | 0,11 | 0,18 | 0,19 | 0,19 | 0,31 | 0,42 | 0,54 | 0,73 | 0,96 | 1,3 | 1,7 | 2,4 | 4,1 |
| 10001...35000 | 0,03 | 0,04 | 0,07 | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,19 | 0,27 | 0,34 | 0,48 | 0,61 | 0,80 | 1,1 | 1,3 | 2,5 | 4,1 |
| 35001...150000 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,07 | 0,08 | 0,12 | 0,17 | 0,22 | 0,30 | 0,38 | 0,50 | 0,66 | 0,92 | 1,3 | 2,5 | 4,1 |
| 150001...500000 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,11 | 0,14 | 0,18 | 0,24 | 0,31 | 0,41 | 0,57 | 0,92 | 1,3 | 2,5 | 4,1 |
| 500001... | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 0,12 | 0,15 | 0,19 | 0,26 | 0,36 | 0,57 | 0,92 | 1,3 | 2,5 | 4,1 |

respinsă de conducerea unității, deoarece aceasta nu a fost „deranjată" prin creșterea procentului de respingeri pe flux de fabricație, știut fiind faptul că o conducere de unitate este nemulțumită cînd la sfîrșitul lunii i se respinge produsul finit. Ori, în cazul respectiv, dimpotrivă, *procentul de respingeri de produse finite la sfîrșitul lunii a scăzut.*

* * *

În luna martie 1990, metoda ZERO ACCEPTARE a fost oficializată în România prin apariția STAS-ului 12898/1990, „Planuri simple de verificare, prin atribute, cu număr de acceptare zero, a calității loturilor de produse".

În număr viitor, vom prezenta principalele elemente ale acestui standard de stat.

Anexa 1

## LISTA

standardelor naționale și internaționale pentru verificarea calității loturilor de produse prin eșantionare (control statistico-matematic bazat pe AQL), pentru caracteristici atributive echivalente cu STAS 3160/2-84) și care au avut la bază standardul american militar MIL STD 104 D

*A. NORME INTERNAȚIONALE*

ISO 2859—1974
CEI 410—1973

*B. STANDARDE NAȚIONALE*

| | |
|---|---|
| URSS | GOST 18242—1972 |
| SUA | ANSI/ASQC Z1.4-1981 (fost MIL STD 105 D) |
| JAPONIA | JIS Z 9015—1972 (doar eșantionare simplă și dublă) |
| R.F.G. | DIN 40080—1979 |
| ANGLIA | BS 6001—1972 |
| OLANDA | NEN 10410—1973 |
| ITALIA | UNI 4842—80 |
| FRANȚA | NF 06.022—1983 |
| AUSTRIA | ONORM A 6649—1983 |
| AUSTRALIA | AS 1199—1972 |
| SUEDIA | SS 020130—1980 |
| NORVEGIA | NS 5800—1978 |
| R.D.G. | TGL 14450/01—1981 |
| R.P.P. | PNN 03021—1979 |
| R.P.B. | BDS 1315—1973 |

# Cum se ia decizia de adoptare a automatelor de control şi sortare

RADU MOŢOIU *)

REZUMAT

Adesea, automatele de control şi sortare se introduc în tehnologii ca remediu al calităţii şi productivităţii nesatisfăcătoare. În astfel de cazuri respingerea de către practicieni a utilizării acestor dotări este un fenomen cunoscut. Cauza conflictului o constituie decizia de implementare luată pe baze nerealiste. Articolul prezintă argumentele pro şi contra uzual întîlnite, definind modul de abordare corectă a problemei : integrarea controlului şi execuţiei într-un sistem corect al calităţii.

Résumé

Les automates de contrôle et de triage sont fréquemment introduits dans les technologies comme un remède de la qualité et productivité non satisfaisantes. Dans ces cases le refus des practiciens d'utiliser ces dotations est un phenomene connu. La cause du conflit est, constituée par la décision d'implementer prise conformément aux prémisses non réalistes. L'article présente des arguments pro et contra usuels en définissant le mode d'abordation correcte du problème : l'integration du contrôle et de l'exécution dans un système cohérent de la qualité.

Abstract

The control and sorting automata are frequently introduced into the technologies as a remedy of the non satisfactory quality and reliability. In such cases the rejection by practitioners of using these dotations is a well-known phenomenon. The cause of the conflict consists in the decision of implementing taken on non-realistic bases. The paper presents the arguments for and against usually met defining the correct treatment of the problem : the integration of control and execution in a coherent quality system.

Controlul automat este considerat de regulă ca o formă de creştere a productivităţii muncii activităţii de control. Controlul automat este, într-un fel, introdus ca urmare a automatizării şi mecanizării operaţiilor de prelucrare şi montaj, ca mijloc de a nu genera gîtuiri ale fluxului de producţie. Dar ridicarea cadenţei de lucru, fără alte măsuri de flancare vizînd ridicarea calităţii, are ca efect apariţia rebutului mai repede şi în cantităţi mai mari. În aceste condiţii, implementarea pe liniile tehnologice a unor automate de control provoacă adesea dereglări ale fabricaţiei prin încercarea de a elimina din flux o proporţie inacceptabilă de piese (produse).

Indicatorul cantitate / calitate apare şi escaladează repede nivelurile piramidei organizatorice a întreprinderii. Frecvent se adoptă „soluţia finală" de eliminare a automatului invocînd dificultăţile de exploatare şi erorile de decizie ale acestuia.

Ţinînd seama de faptul că asemenea utilaje sînt destul de costisitoare şi că „rebutează" în loc să producă, îndoiala asupra oportunităţii adoptării automatelor de control contaminează tehnologii. Întrebarea dacă să se prevadă sau nu un automat de control pe o linie de fabricaţie se pune acum la nivelul concepţiei tehnologice, zonă în care se decide organizarea fabricaţiei şi eficienţa acesteia.

Obişnuit, argumentele *pentru* sînt de natura : economie de manoperă de control şi evitarea gîtuirilor pe flux. Argumentaţia *contra* invocă motive de tipul : investiţia este costisitoare, investiţia este inutilă, deoarece fabricaţia ar trebui să iasă bună, ca atare nu ar trebui să fie controlată. Se aduc chiar şi argumente din conceptul de asigurare a calităţii : un produs de calitate necorespunzătoare nu se face bun prin control. În final, automatul de control este văzut mai degrabă ca o piedică în producţie decît ca un ajutor.

Discuţiile pe această temă sînt adesea lungi şi aprinse. În ele se omite însă un fapt esenţial : problema este pusă incorect. Nu se poate aştepta un răspuns bun la o întrebare greşită. Măsura în care se automatizează controlul într-o fabricaţie oglindeşte de fapt strategia întreprinderii faţă de problema calităţii. Ca atare întrebarea corectă este : cît de mult şi cum să se automatizeze controlul calităţii ?

Răspunsul bun implică adoptarea conceptelor moderne referitoare la productivitate şi automatizare.

Mai înainte se aprecia că principalul efect al automatizării era creşterea productivităţii prin reducerea manoperei. Deviza se putea sintetiza în : *mult şi repede*. Ca urmare a schimbării mentalităţii asupra calităţii, a apariţiei ideii de asigurare a calităţii, deviza s-a schimbat în : *bun, mult şi repede*. Corespunzător, productivitatea este definită azi şi ca : măsura în care resursele sînt transformate în produse şi servicii ce satisfac cerinţele utilizatorilor (sînt vandabile).

Faţă de trecut, şi noţiunile de bun, mult şi repede au evoluat.

**Bun.** În locul punerii accentului pe conformanţa obţinută prin constatare, se pune azi accentul pe realizarea conformanţei prin acţiuni de prevenire. Mutaţia este de la verificarea calităţii (control postproces) la asigurarea calităţii (bine din prima dată).

**Mult.** Din uniform în diversificat. Adoptînd metodica tipizării, producţia se diversifică pentru a satisface o gamă mai mare de cerinţe. Producţia diversificat-tipizată se realizează în condiţii economice prin flexibilitatea pregătirii de

* ICTCM — Bucureşti

fabricație, permițînd fabricația loturilor mici, în mod rentabil, aplicînd tehnologia de grup.

**Repede.** În locul urmăririi reducerii numai a timpului activ (de prelucrare), se caută să se diminueze timpul de pasaj a pieselor pe liniile tehnologice. Aceasta are drept consecință: transformarea mai rapidă a materialelor și componentelor aprovizionate în produse finite; reducerea cheltuielilor de regie pe unitatea de produs și poate conduce la o reducere simțitoare a stocurilor aflate în magaziile intermediare dacă *toate* produsele lansate sînt bune și organizarea este adecvată.

La mijlocul anilor '80 un progres în înțelegerea rolului mijloacelor automatizate de control a fost desemnarea lor drept „mijloace automate de obținut informații asupra calității". Aceasta înseamnă că rolul acestor dotări este să evalueze calitatea producției/pieselor măsurate și ca informațiile astfel obținute să fie transmise diferențiat, sub forme adecvate factorilor interesați din întreprindere. Aceasta înseamnă că celor care dirijează procesele li se prezintă statistici și tendințe de evoluție, urmăriri în fabricație a cantităților de produse promovate pe flux și respinse; pe fluxul de fabricație se sortează producția conformă de cea neconformă în scopul obținerii din timp a garanțiilor privind calitatea produsului finit: de asemeni, se prezintă situații și analize care să ușureze generarea acțiunilor de corecție.

Cît de automatizată să fie această activitate depinde de nivelul de automatizare al activității de execuție la care se referă verificarea, de cadențele de lucru, de metodele de măsurare și verificare aplicabile pentru controlul procesului și controlul produselor, de factorul costuri. Obiectivul urmărit este armonizarea activităților de execuție, control și asigurarea calității. Cu acest obiectiv în față se poate formula un răspuns corect întrebărilor cît de oportună este automatizarea controlului și cum să fie aceasta realizată.

Judecarea argumentelor *pentru* și *contra* are ca efect găsirea nivelului optim. Acesta dă cea mai economică soluție cerințelor bun, mult și repede.

Pe plan economic, modul în care se automatizează controlul are consecințe directe asupra structurii și prin aceasta la nivelul costurilor calității (fig. 1). În varianta „automat de control-sortare" se pune accentul pe aspectul controlului calității post-proces. Ca atare costurile de informare prezintă o ușoară creștere, iar cele ale defectelor interne o creștere mai accentuată prin creșterea rebutului datorită unui control mai sever și obiectiv. Pe ansamblu costurile calității cresc.

În varianta „mijloace de obținut informații asupra calității" se pune accentul pe asigurarea calității ce are drept consecințe creșterea moderată a costurilor de prevenire și scăderea mai

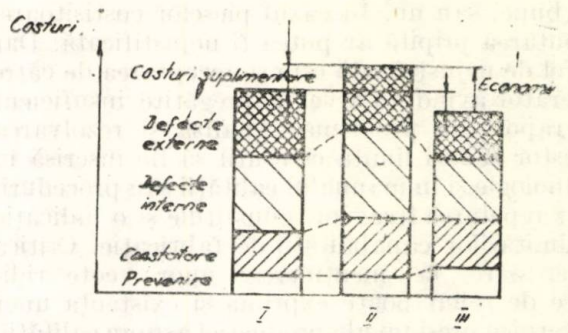



Fig. 1 Variația costurilor calității după felul în care se dirijează investițiile
I — Situația inițială
II — Investiție în acțiuni de constatare a calității
III — Investiție în acțiuni de prevenire a calității

accentuată a costurilor defectelor (interne și externe). Pe ansamblu costurile calității scad.

Reflectarea opțiunii făcute asupra soluțiilor tehnice este evidentă. Se cuvine însă de precizat un element important. Orientarea către automatizarea vizînd asigurarea calității (prevenirea defectelor și ușurarea generării acțiunilor de corecție) au drept consecință o reducere a consumurilor materiale prin „economisirea" rebutului. Acesta antrenează reduceri pe planul cheltuielilor de regie generală a întreprinderii. În lumina celor arătate, se prezintă o serie de argumente și contraargumente întîlnite de autor în discuții și analize.

1. **Argument pentru**: Automatizarea controlului conduce la creșterea productivității muncii activității respective.

**Argument contra**: Cîștigul este îndoielnic deoarece ponderea manoperei de control din total manoperă este relativ mică.

**Discuție**: Scăderea manoperei de verificare este un lucru evident. Adesea cîștigul este diminuat prin consumul mare de timp necesar calibrării, reglării pentru verificarea altei piese similare etc. Cel mai frecvent se pierde din vedere faptul că citirea instrumentației, înregistrările și luarea deciziilor logice sînt mari consumatoare de timp în raport cu timpul de măsurare. De aceea creșterea reală a productivității muncii de control trebuie să aibă în vedere toate funcțiunile verificării de la pregătirea testului, la conducerea sa, efectuarea înregistrărilor, calibrării, segregarea rebutului etc. Critica exprimată prin argumentul *contra* nu face decît să exprime nemulțumirea față de astfel de carențe.

2. **Argument pentru**: Crește obiectivitatea controlului.

**Argument contra**: Nu scade rebutul.

**Discuție**: Obiectivitatea controlului crește în mod evident deoarece sistemul automat de luat decizii nu obosește și nu se plictisește. Există oarecare dezavantaje cînd depășirile limitelor de toleranță au ordinul de mărime al incertitudinei de măsurare. În asemenea cazuri există probabilități sensibil egale ca piesele să

fie bune, sau nu. În cazul pieselor costisitoare, rebutarea pripită ar putea fi nejustificată. Dar la fel de nejustificată este și acceptarea de către operator avînd un nivel de pregătire insuficient în raport cu problema. Analiza și rezolvarea acestor cazuri limită este util să fie înscrisă în tehnologie și în manualul calității sau proceduri. Dar repetarea frecventă constituie și o indicație a limitărilor capabilității de fabricație. Critica referitoare la menținerea unor cote ridicate de rebut poate exprima și existența unor puternice presiuni ale producției asupra calității. În asemenea împrejurări introducerea unor mijloace automatizate de control trebuie flancată, dacă nu chiar precedată, de măsuri de natură organizatorică pentru provocarea reacției inverse și de introducerea controlului procesului, ca singure metode capabile să reducă rebutul.

3. **Argument pentru**: Efecte economice sigure.

**Argument contra**: Efectele economice sînt modeste și se manifestă lent.

**Discuție**: Necesitatea schimbării de mentalitate, a implementării acțiunilor de corecție și a stabilizării rezultatelor mai bune reclamă timp.

Dar urmărirea cu perseverență a efectuării tuturor corecțiilor face ca modificările în bine să devină greu reversibile. Chiar dacă sînt modeste la început, acumularea permanentă în timp a îmbunătățirilor conduce la efecte mari deoarece evoluția are loc în proporție geometrică. Revoluția calității din Japonia ilustrează efectul tenacității, răbdării și acumulării unor efecte, numai aparent mici.

4. **Argument pentru**: Automatizarea controlului crește competitivitatea întreprinderii.

**Argument contra**: Argumentul este îndoielnic mai ales că se solicită investiții relativ mari.

**Discuție**: Problema este din nou pusă în termeni incorecți. Conducerea eficientă a calității crește competitivitatea întreprinderii. Automatizarea controlului constituie doar un instrument folosit de conducerea calității. Asistarea de calculator a controlului calității este un factor ce contribuie mult la conducerea operativă a calității, dar determinarea conducerii întreprinderii este factorul esențial. Nu trebuie uitat că s-a produs o scădere drastică a prețului hard-ware-ului (micro-electronicii), tendință care continuă. Aceasta ușurează pătrunderea sistemelor moderne cu toate că soft-ware-ul (programele de calcul) au prețul puțin modificat. A doua deficiență în punerea problemei este abordarea în termeni învechiți a problemei economice. Nu trebuie luat în considerație doar costul inițial de achiziție al unei dotări, ci trebuie calculat costul serviciului obținut de la dotarea respectivă pe toată durata de viață a acesteia. În domeniul controlului calității interesează, de exemplu, cît costă verificarea unei unități de produs pe cele două căi (fig. 2).

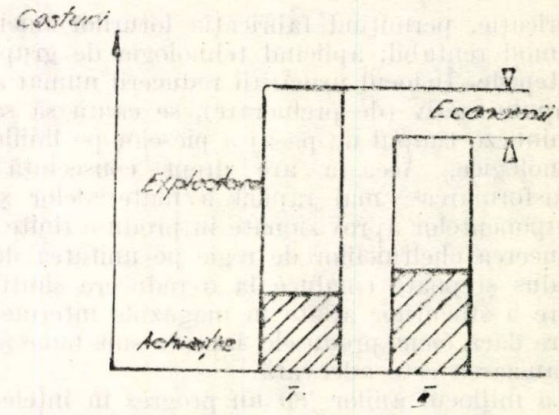



Fig. 2 Variația costului serviciului obținut pe durata de viață a unui produs
I — Utilaj învechit, rigid, neautomatizat
II — Utilaj modern, flexibil- automatizat

Implementarea unui mijloc automatizat de obținut informații asupra calității nu trebuie făcută fără o preparare atentă a interfețelor dintre acesta și funcțiile de producție, organizatorice și de conducere cu care utilajul intră în legătură. Pe această cale se obține o creștere a productivității la nivelul sistemului și nu doar a unui utilaj izolat. Utilizarea operativă a informațiilor referitoare la calitate este un factor important al generării permanente a acțiunilor de corecție, respectiv a conducerii proceselor. Pe această cale se îmbunătățesc ambele componente ale competitivității: calitate și preț de cost.

5. **Argument pentru**: Mentalitatea și metodele vechi trebuie înlocuite cu altele noi competitive.

**Argument contra**: Metodele mai vechi nu prezintă riscuri, sînt mai simple și testate.

**Discuție**: Problema riscurilor este abil ridicată pentru a marca lipsa de eficiență a unor tehnologii și nevoia învingerii obișnuinței. Progresul tehnic nu este un lucru întotdeauna ușor de realizat deoarece reclamă îndeplinirea suplimentară a unor condiții tehnice și însușirea unor cunoștințe noi. Frecvent, momentul schimbării este însoțit de o scădere a performanțelor asociată introducerii schimbărilor necesare pe plan tehnic și al organizării, al învățării și „rodării" noilor rutine (fig. 3.). Ajunși în „groapa de minimum de performanțe" tentația revenirii la situația anterioară elimină posibilitatea de progres.

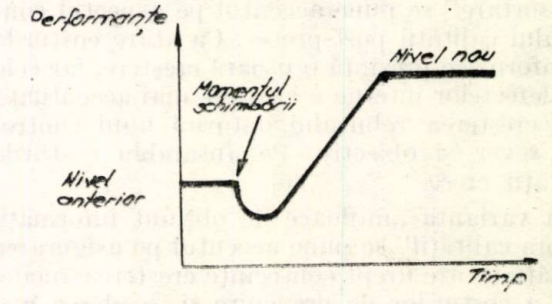



Fig. 3 Capcana inovării tehnologice

Păstrarea tiparelor cunoscute este adevărat că reduce riscurile legate de introducerea oricărei tehnologii noi, dar nu poate niciodată genera creşterea competitivităţii produselor şi producătorilor respectivi pe piaţa internaţională.

Minimizarea efortului scăderii de performanţă al capcanei înnoirii tehnologice se realizează pe calea asigurării calităţii, adică pe calea pregătirii sistematice a tuturor cerinţelor impuse de funcţionarea eficientă a noii tehnologii, în speţă a noii strategii de realizare a calităţii. În introducerea unor mijloace automatizate de control este necesar să se precizeze obiectivele fiecărei etape a ciclului concepţie-execuţie-implementare întocmind un program raţional supus controlului în momentele esenţiale. Valorile medii ale timpului şi costurilor unui asemenea program sînt prezentate în tabelul 1. Este de remarcat că programul a alocat sursele necesare rezolvării situaţiilor inerente de risc.

Din trecerea în revistă a argumentelor aduse în favoarea sau împotriva adoptării mijloacelor automate de control rezultă că în multe cazuri problema nu este pusă corect. Adevăratele criterii după care se judecă necesitatea automatizării controlului calităţii sînt cele care evaluează *eficacitatea şi corelarea ce trebuie să existe între controlul calităţii şi procesului de producţie*. Spiritul în care se face această evaluare este cel al asigurării calităţii. Aceasta înseamnă :

*a*) Automatele de control sînt în primul rînd utile unde criticitatea parametrului impune controlul 100%. De asemenea, unde trebuie efectuate sortări în vederea montajului de împerechere.

*b*) Automatizarea controlului prin aplicarea controlului multicote, control multicote asistat de calculator este convenabil şi la serii mici-mijlocii, în fabricaţie tipizată condiţionat de realizarea unei bune flexibilităţi a dotării, adică trecerea uşoară de la o tipo-dimensiune la alta.

*c*) Formele de automatizare a controlului post-proces nu exclud controlul procesului (efectuat 100% prin aparate de control activ sau controlul parametrilor procesului) prin metode statistice. Automatizarea acestor tipuri de control este de asemeni posibilă. Folosirea de terminale inteligente permite alături de folosire pe scară mai largă a controlului statistic şi/sau multicote şi urmărirea producţiei.

*d*) Controlul de recepţie şi cel final are cu precădere de cîştigat prin automatizarea în sensul asistării sale de către calculator. La controlul de recepţie evaluarea furnizorilor devine posibilă eliminînd uriaşe cantităţi de fişe care face ca activitatea să devină prohibitiv de costisitoare şi lipsită de eficienţă. Similar, la controlul final se pot obţine în mod automat protocoalele de verificări alături de urmărirea operativă a formării loturilor pentru diferiţi beneficiari.

*e*) Niciodată automatizarea controlului nu se poate justifica dacă singurul obiectiv urmărit este segregarea producţiei corespunzătoare de cea necorespunzătoare. Lipsa generării reacţiei inverse asupra proceselor, respectiv a efectuării corecţiei necesare în conducerea procesului de producţie, conduce la eficacitate iluzorie a controlului calităţii şi automatizării sale. Nu trebuie omis faptul că generarea cu consecvenţă a acţiunilor de corecţie nu depinde de automatizarea controlului, ci de conducerea medie şi superioară a întreprinderii. Mijloacele automate de control lucrează *în sistem* şi conducerea lucrează *asupra sistemului* calităţii. De asemenea, semnalele de alarmă, chiar dacă sînt emise automat, pot să nu fie recepţionate (similar cu o muzică ce nu place).

Argumentele reale pentru automatizarea controlului exprimă dorinţa stăpînirii eficiente a procesului de producţie şi reducerea costurilor de control, iar argumentele contra dificultăţii generării şi conducerii acţiunilor de creaţie. Decizia o ia conducerea întreprinderii.

*Tabelul 1*

| Nr. crt. | Etapa | Responsabilitate | Efort cumulat | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Timp | Costuri |
| 1 | Dezvoltare program<br>Stabilire cerinţe<br>Analize preliminare | Metode control<br>Analiză calităţii | 10 % | 5 % |
| 2 | Analiza soluţii<br>Revizuire cerinţe<br>Evaluare costuri<br>Stabilire termene | Metode control | 20 % | 10 % |
| 3 | Experimente preliminare<br>Testare soluţii noi<br>Analiza datelor obţinute<br>Alegere materiale şi componente | Metode control | 40 % | 25 % |
| 4 | Proiectare scheme şi componente | Metode control | 50 % | 40 % |
| 5 | Proiectare sistem<br>Aprovizionare materiale şi componente<br>Revizuire termene şi devize | Metode control | 60 % | 65 % |
| 6 | Realizare prototip<br>Teste preliminare şi îmbunătăţiri | Metode control<br>Execuţie | 80 % | 85 % |
| 7 | Funcţionare pilot<br>Evaluare capabilitate | Metode control CTC | 85 % | 90 % |
| 8 | Definitivarea documentaţiei<br>Programe mentenanţă şi calibrare<br>Instrucţiuni de exploatare<br>Studii de productivitate<br>Raport de încercări<br>Omologare | Metode<br>CTC<br>Metodologie | 90 % | 95 % |
| 9 | Program aplicare<br>Analiză finală program şi costuri)<br>Urmărire în exploatare 1...4 trim. | Metode control<br>Analiza calităţii | 100 % | 100 % |

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Feigenbaum A. V.*: Total quality control, Ediția III, Mc. Graw Hill Book Co, New York, 1983.

[2] *Sargent, T. R.*: The quality leadership scale: a tool for change in Quality Progress, iul. 1986.

[3] x x x Colecția de proceduri cadru SAC — MICM. OID — ICM, București, 1987.

# Grafice pentru indicatorii de calitate

*ADRIANA BOȘIANU**)

Executarea unui control final riguros al produselor fabricate, înainte de livrare, are o importanță deosebită pentru prevenirea livrării unor produse necorespunzătoare, care generează pierderi pentru întreprindere și economie și afectează totodată prestigiul întreprinderii.

Organizarea pentru utilizarea informațiilor privind defectele constatate la controlul final constituie o preocupare de prim ordin, deoarece permite să se cunoască nivelul calității realizate în fiecare atelier, de fiecare executant, în fiecare zi, săptămînă, lună, an și, pe această bază obiectivă, să se acționeze pentru îmbunătățirea situației reale a calității și să se acorde stimulente materiale.

Este posibil să se calculeze un indicator al calității cu ajutorul relației :

$$IC = \frac{\sum D}{FC \times n}$$

unde

$D$ coeficientul demeritelor ;

$FC$ factor de complexitate a produsului (1, 2, 3, 4) ;

$n$ numărul unităților controlate.

Demeritele reprezintă coeficienții de penalizare a noncalității ; după gravitatea defectelor se aplică punctaje, ca de exemplu :

$D = 100$ pentru defecte critice, în care clasă intră acele defecte identificate la controlul final care necesită retragerea produsului în atelier ; repararea (remediere) durează mai mult de 48 ore și / sau necesită materiale suplimentare pentru efectuarea acestora.

$D = 40$ pentru defecte majore, în care clasă intră acele defecte identificate la controlul final care necesită retragerea produselor în atelier dar repararea (remedierea) durează mai puțin de 48 ore și nu necesită materiale suplimentare

$D = 10$ pentru defecte secundare, în care clasă intră acele defecte identificate la controlul final, nu necesită retragerea produsului în atelier, iar repararea (remedierea) se efectuează în decurs de mai puțin de 8 ore.

*) Intreprinderea de Mașini Electrice București

În cazul produselor care nu se pot repara, ele sînt declarate rebut și conform legii, vinovații răspund pecuniar ; de aceea fiecare produs trebuie depus la controlul final după primirea unui număr de identificare.

Se pot întocmi 3 tipuri de grafice :

*ICAZ* pentru indicatori de calitate zilnici ai unui atelier pe durata de o lună ;

*ICEZ* pentru indicatorii de calitate zilnici ai unui executant pe durata de o lună ;

*ICAE* pentru indicatorii de calitate ai tuturor executanților dintr-un atelier într-o zi.

Introducerea acestor grafice pentru indicatorii de calitate pe ateliere, maiștri și executanți necesită instruirea prealabilă a acestora cu privire la metodele științifice de evaluare a calității și la tehnicile de control pe bază de zero defecte și autocontrol, în care sens se poate apela la manualele menționate la bibliografie.

Maistrul, în primul rînd, și prin el fiecare executant trebuie să înțeleagă ce i se cere în ceea ce privește calitatea, să fie capabil să realizeze ceea ce i se cere (verificarea calității primelor 5 — 10 produse considerate) și să fie informat operativ (prin *ICAZ*, *ICEZ* sau *ICAE*) cu privire la calitatea realizată.

Buna funcționare a sistemului de asigurare a calității (realizabil cu ajutorul graficelor pentru indicatorii de calitate) implică condiții de realizare prin desene, tehnologii de fabricație, mașini și scule adecvate, precum și locuri de muncă organizate ergonomic inclusiv calificarea profesională și motivație a executanților.

***

Se anexează un grafic *ICAZ* și, în continuare se explică completarea acestuia.

(1), (2), (3) specifică tipul graficului întocmit ; se anulează (2) și (3) și rămîne indicat (1) ;

(4) specifică denumirea atelierului ;

(5) specifică numele maistrului ;

(6) la *ICAZ* se specifică numărul executanților din atelier și numărul ore/om (lună) :

(7) specifică intervalul de timp acoperit de fișa *ICAZ*, 1 ... 31 martie 1989 ; pentru *ICEZ* intervalul este același și la (8) se indică numele executantului și marca acestuia.

(8) specifică, în cazul graficului *ICAZ*, zilele lunii departajînd săptămînile și luna respectivă, anul ; pentru *ICEZ* se specifică la fel ca la

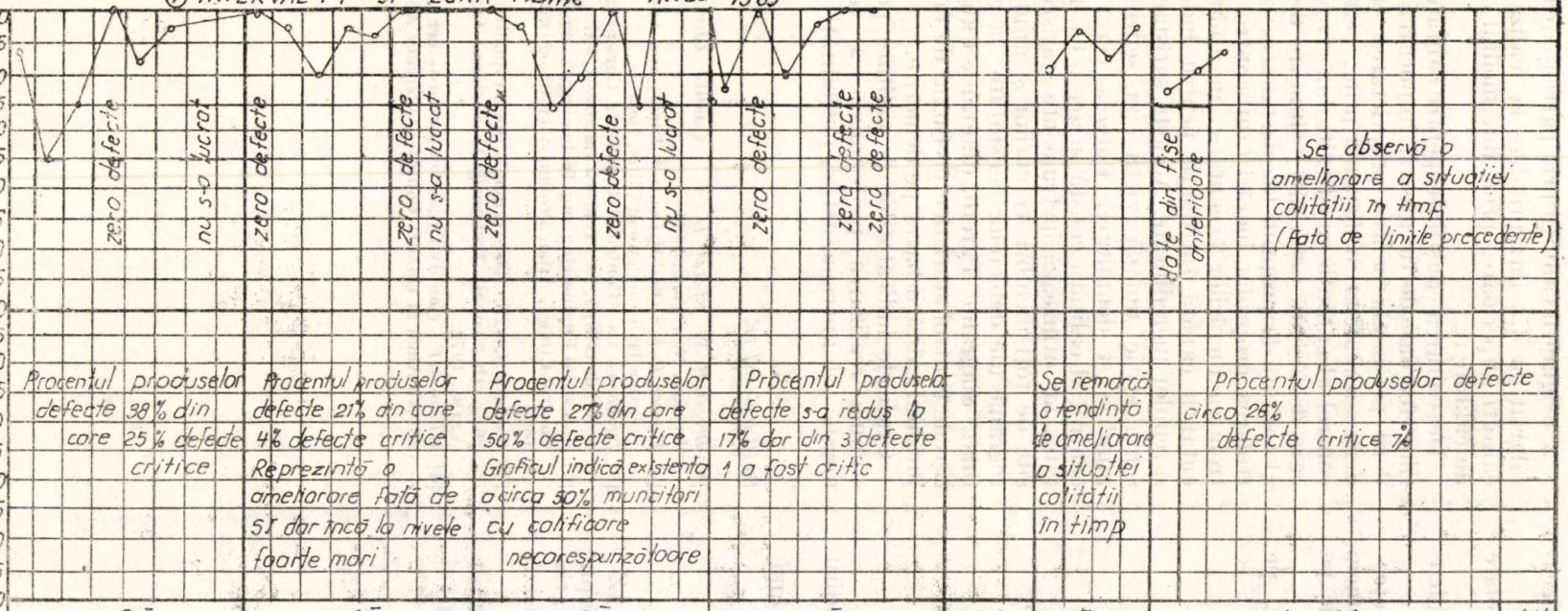
# GRAFIC

① ICAZ ② I EZ ③ ICAE ④ Atelier: ⑤ Maistru: ⑥ Executanti: Marca:

⑦ INTERVAL: 1 31 LUNA Martie ANul 1989

D = coeficient de merite
FC = factor complexitate [1,2,3,4]
N = numărul unităților controlate

$IC = \frac{\Sigma D}{\Sigma FC \times N}$ unde




| | SI | | | | | | | | SII | | | | | | | | SIII | | | | | | | | SIV | | | | | | | | ZILE | | | SAPTAMINA | | | | LUNA | | | | | | | | | | | | AN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ⑧ Data (Executant) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | TS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | TS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | TS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | TS | 1 | 2 | 3 | I | II | III | IV | I | F | M | A | M | I | I | A | S | O | N | D | 1989 |
| ⑨ Nr. unități controlate | 4 | 2 | 5 | 2 | 3 | 5 | - | 21 | 2 | 6 | 5 | 3 | 5 | 3 | - | 24 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | - | 15 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | - | 18 | 4 | 4 | - | 21 | 24 | 15 | 18 | | 86 | | | | | | | | | | | |
| ⑩ Nr. unități defecte | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | - | 8 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | - | 5 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | - | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | - | 3 | 1 | 1 | - | 8 | 5 | 4 | 3 | | 22 | | | | | | | | | | | |
| ⑪ Critice D=100 | - | 1 | 1 | - | - | - | - | 2 | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | 1 | - | 2 | 1 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 2 | 1 | 2 | 1 | | 6 | | | | | | | | | | | |
| ⑫ Majore D=40 | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 | - | 4 | - | 1 | - | - | 1 | - | - | 2 | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 1 | - | 4 | 2 | 1 | 1 | | 10 | | | | | | | | | | | |
| ⑬ Secundare D=10 | 1 | - | 1 | - | - | - | - | 2 | - | 1 | - | 1 | - | - | - | 2 | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | 2 | 2 | 1 | 1 | | 6 | | | | | | | | | | | |
| ⑭ IC (FC=) % | 6 | 25 | 15 | 0 | 7 | 4 | - | 9 | 0 | 4 | 10 | 2 | 4 | 0 | - | 4 | 0 | 2 | 17 | 10 | 0 | 17 | - | 8 | 17 | 0 | 10 | 1 | 0 | 0 | - | 4 | 5 | 5 | 1 | 9 | 4 | 8 | 4 | | 6 | | | | | | | | | | | |

⑮ Data: ⑯ Întocmit:

*ICAZ*; pentru *ICAZ* se specifică marca fiecăruia din executanții atelierului;

(9) specifică numărul de unități controlate la fiecare înregistrare (coloană);

(10) specifică numărul de unități defecte identificate (la aceeași coloană);

(11); (12); (13) se specifică numărul defectelor critice majore, respectiv secundare, sumele săptămînale (*Ts*), suma lunară (pe grafic pe luna martie);

(14) se calculează indicatorul calității, pe fiecare coloană cu formula dată mai sus; *FC* se alege din tabelul următor:

| | |
|---|---|
| Mașini asincrone cu rotor sc.c. | 1 |
| Mașini asincrone cu rotor bobinat | 2 |
| Mașini c.c. | 3 |
| Mașini speciale | 4 |

(15) se specifică data finală a întocmirii fișei;

(16) se specifică numele controlorului tehnic (sau persoanei care a întocmit fișa)

**Precizări finale**

Graficele indicatorilor de calitate (*ICAZ*; *ICEZ*; *ICAE*) constituie instrumente simple de caracterizare globală a nivelului calitativ realizat în procesele de producție și furnizează informații primare în direcțiile:

1. asigurării calității prin activitatea tuturor compartimentelor din întreprindere, începînd de la conducere, proiectare, aprovizionare, desfacere;

2. asigurării calității prin participarea tuturor salariaților din întreprindere la realizarea unei calități superioare, prin intermediul cercurilor de calitate;

Dezvoltarea conștiinței pentru calitatea lucrărilor efectuate de fiecare și implicarea răspunderii personale pentru proprietatea întreprinderii s-a realizat în Japonia prin: cercurile de control al calității constituite din grupuri mici care desfășoară activități voluntare de control al calității la propriul loc de muncă, prin controlarea propriilor lucrări (autocontrol) și controlarea lucrărilor executate în amonte executanții capătă satisfacții pentru îndeplinirea sarcinilor încredințate. Această satisfacție dă o semnificație umană vieții, un sentiment de mîndrie și demnitate. Puterea cercurilor de control al calității constă în aceea că în activitatea lor utilizează instrumente statistice insușite de toți membri cercurilor și anume: histograme ale defectelor constatate la controlul final, diagrame Pareto, diagrame Cauză-efect, fișe de control statistice pe fluxul de fabricație, jurnalul calității bazat pe demerite.

Graficele indicatorilor de calitate pot astfel stimula realizarea profesională a resurselor umane și antrena, astfel, posibilități infinite.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Berger R. W. Shores D. L.*: Quality Circles, Marcel Dekker. New York, 1986

[2] *Hansen B. L.*: Quality Control. Theory and Applications" Prentice Hall Englewood Cliffs, 1963

[3] *Ishikawak* ș.a.: Controlul de calitate. Curs pentru maiștri și șefi de echipă, Ed. Tehnică București, 1973.

[4] Industrial Engineering and Technology: Japan Quality Control Circles, Asian Productivity Organization, Tokio, 1972

[5] *Wallden C. H.*: The forman's role în quality control", 26 — th Annal Technical Conferince Transactions, ASQC, 1972

[6] *Wilson MF*: Quality Organized for customer satisfaction 26— th Annu al Quality Control Conference ASQC, 1970

# Posibilităţi de estimare a fiabilităţii materialelor electroizolante fibroase la radiaţie ultravioletă

VASILE CATUNEANU*) şi ROMEO CIOBANU**)

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă o analiză a fiabilităţii în regim de radiaţie ultravioletă a produselor electroizolante fibroase pe baza unui model Arrhenius adaptat şi posibilitatea exprimării grafice a acesteia. Produsele realizate cu adaos de 1 % răşină PPE au fiabilitate superioară în regim de expunere la radiaţii ultraviolete, caracteristicile dielectrice sînt mai stabile în regim de radiaţie ultravioletă direct în regim termic, în comparaţie cu rezistenţele fizico-mecanice.

**Résumé**

L'ouvrage présente une analyse de la fiabilité en régime de rayonnement ultra-violet des produits électroisolants fibreux basée sur un modèle Arrhenius adapté et la possibilité de l'exprimer graphiquement. Des produits réalisés avec un supplément de 1 % résine PPE ont une fiabilité supérieure en régime d'exposition au rayonnement ultra-violet ; les caractéristiques diélectriques sont plus stabiles dans le régime de rayonnement ultra-violet que dans le régime thermique en comparaison avec les résistances phisico-mécaniques.

**Abstract**

The paper presents an analysis of reliability under the action of UV-radiations for the fibrous electro-insulating materials on the basis of an adapted Arrhenius model, as well as the possibility of its graphical expression. The products manufactured with a suppliment of 1 % resin PPE show an improved reliability under UV exposure, the dielectric characteristics are more stable under UV exposure than in thermal regime in comparison with the phisico-mecanical resistance.

## Introducere

Materialele electroizolante de natură fibroasă destinate realizării de produse dielectrice necesare industriei electrotehnice şi electronice prezintă fenomene specifice de îmbătrînire, cu implicaţii directe asupra fiabilităţii materialelor izolante finite. Modul specific de realizare tehnologică şi de utilizare la beneficiari (izolaţii de exterior, condiţii grele de exploatare etc.) fac necesar un studiu al durabilităţii acestor materiale în condiţiile expunerii la radiaţie ultravioletă.

## Experimentări şi discuţii

Analiza fenomenelor de îmbătrînire în condiţiile expunerii la radiaţia termică la diferite nivele de solicitare, pe baza unui model Arrhenius, sugerează posibilitatea utilizării unui model de expunere cu determinarea unor coeficienţi Arrhenius adaptaţi la condiţiile radiaţiei ultraviolete, planul de încercări accelerate fiind redat în tabelul 1.

Modificarea nivelului de solicitare (intensitatea radiaţiei) s-a obţinut prin reglarea distanţei sursă-probă, avînd în vedere dependenţa intensităţii radiaţiei cu distanţa, după o relaţie de forma :

$$I = K/d^2 \qquad (1)$$

*Tabelul 1*

**Planul încercărilor accelerate la radiaţia ultravioletă**

| Nr. crt. | Distanţa expunerii (m) | Durata de expunere (ore) |
|---|---|---|
| 1 | 0,75 | 16, 24, 2, 48 |
| 2 | 0,50 | 8, 16, 24, 32 |
| 3 | 0,33 | 8, 16, 24, 32 |
| 4 | 0,25 | 4, 8, 16, 24 |

unde $k$ este un coeficient care depinde de tipul sursei utilizate (în cazul de faţă o lampă cu puterea de 500 W) şi de condiţiile concrete de experimentare. S-a apreciat durabilitatea materialului după un model Arrhenius adaptat, de forma :

$$\ln \frac{So}{S} = C(I) \cdot t \qquad (2)$$

unde $S$ este caracteristica de calitate analizată cu valoarea sa iniţială $So$, $t$ reprezintă timpul de expunere şi $C(I)$ un coeficient de distrucţie la radiaţie ultravioletă, dependent de intensitatea radiaţiei şi de tipul caracteristicii de calitate analizate.

În tabelul 2 sînt redaţi, comparativ, coeficienţii $C(I)$ pentru produse realizate la trei grade diferite de măcinare a pastei fibroase (35°SR, 45°SR şi 70°RS).

Se observă o sensibilitate ridicată a caracteristicilor : număr de duble îndoiri şi rezis-

*) Institutul Politehnic Bucureşti
**) Institutul de Cercetări şi Proiectări pentru Electrotehnică — filiala Iaşi

*Tabelul 2*

**Coeficienții distrucției radiative**

*(CI)*

| Nr. crt. | Caracteristica de calitate | Distanța de expunere | | | | °SR |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,25 | 0,33 | 0,50 | 0,75 | |
| 1 | Lungimea de rupere | 0,013 | 0,0059<br>0,0060<br>0,0061 | 0,001 | 0,0003 | 35<br>45<br>70 |
| 2 | Rezistența la sfișiere | 0,015 | 0,0061<br>0,0080<br>0,0084 | 0,0066 | 0,004 | 35<br>45<br>70 |
| 3 | Rezistența la plesnire | 0,0061 | 0,0035<br>00035<br>0,0035 | 0,0022 | 0,001 | 35<br>45<br>70 |
| 4 | Număr de duble îndoiri | 0,02 | 0,01<br>0,018<br>0,022 | 0,012 | 0,0088 | 35<br>45<br>70 |
| 5 | Rigiditate dielectrică | 0,0072 | 0,0027<br>0,0028<br>0,003 | 0,0006 | 0,0002 | 35<br>45<br>70 |
| 6 | Tg δ | 0,016 | 0,0084<br>0,0092 | 0,0035 | 0,0018 | 45<br>70 |

tență la sfișiere și o stabilitate ridicată a caracteristicilor lungime de rupere și rigiditate dielectrică.

Datorită efectului fotoelectric de suprafață, influența gradului de rafinare a pastei fibroase are o acțiune mai redusă asupra nivelului de diminuare a caracteristicilor de calitate, explicația fiind că la expunerea pe o față, la aceeași densitate a foii, gradul de pătrundere în profunzime a radiației este limitat și dependent de durata expunerii.

Se preferă analizarea distrucției produselor la un grad standard — unificat de măcinare, exemplu 45°SR. Analiza caracteristicilor chimice ale materialelor supuse la radiație ultravioletă arată că la același nivel de diminuare a caracteristicilor fizico-mecanice și dielectrice de calitate, distrucția fibrilară este mai accentuată la o expunere termică față de ultraviolet, ceea ce confirmă prezența efectului fotochimic de suprafață.

Pentru reprezentarea grafică a caracteristicilor de fiabilitate tip durată de viață în regim de radiație ultravioletă (rigiditate dielectrică 40% și 25% și lungime de rupere 50%) s-a ales drept abscisă $\ln \frac{I}{I_0}$, unde $I$ este redat în relația (1) cu $I_0$ valoarea la care distrucția corespunde expunerii normale de exterior, respectiv pentru $d = 3{,}3$ m.

Reprezentările grafice sînt redate în fig. 1 și 2.

Caracteristica durată de viață exprimată ca lungime de rupere 50% corespunde în cazul

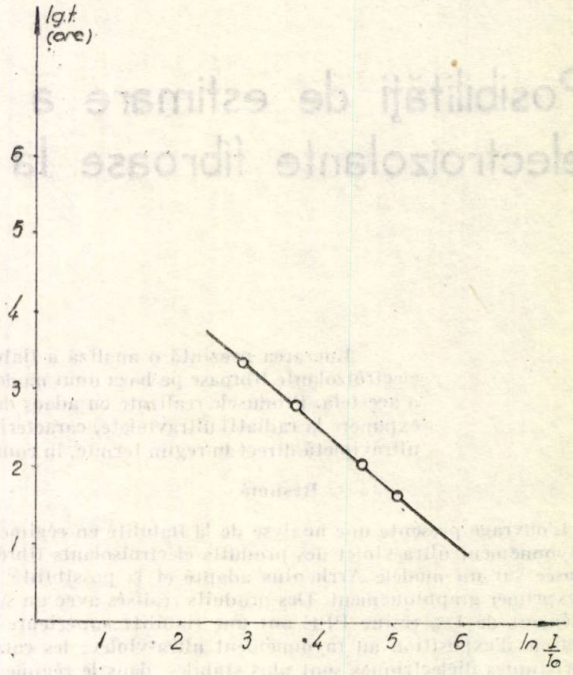



Figura 1 : Durata de viață în regim de radiație ultravioletă — lungimea de rupere — 50%.

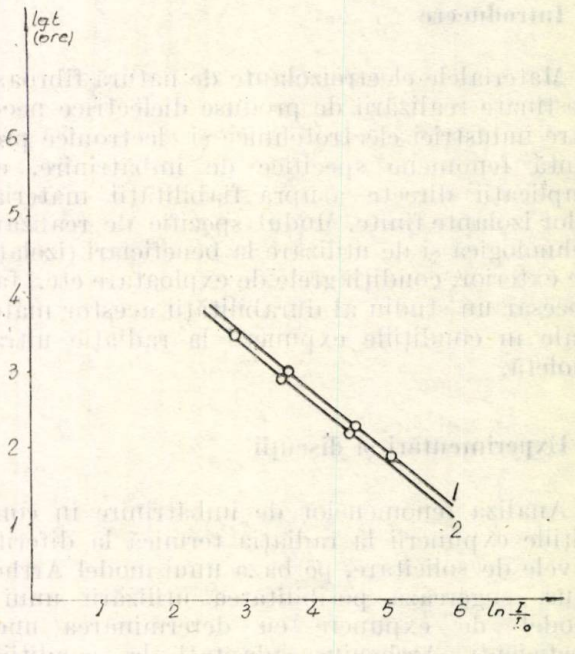



Figura 2 : Durata de viață în regim de radiație ultravioletă.
1 — rigiditate dielectrică — 40%
2 — rigiditate dielectrică — 25%

expunerii la radiație ultravioletă cu exprimarea rigiditate dielectrică 25%.

*Influența adaosului redus de polimeri asupra fiabilității*

Existența unor valori specifice ale rezervei de caracteristică, similare regimului termic, la expunerea la radiație ultravioletă, face posibilă

estimarea fiabilității pe baza unor coeficienți corectați $C(I)$ conform tabelului 3, avînd în vedere comportarea specifică a caracteristicilor

*Tabelul 3*

**Valorile rezervei de caracteristică la 3,3 m distanța de expunere**

| Nr. crt. | Caracteristica de calitate | Rezerva (ore) | | Coeficient $C(I)$ corectat pentru PPE |
|---|---|---|---|---|
| | | CMC | PPE | |
| 1 | Lungimea de rupere | 12 | 3 | 0,0046 |
| 2 | Rezistența la plesnire | 4 | 8,5 | 0,0033 |
| 3 | Rezistența la sfișiere | 2,5 | 28 | 0,006 |
| 4 | Număr de duble îndoiri | | 9 | 0,014 |
| 5 | Rigiditatea dielectrică | 45 | 90 | 0,002 |

de calitate la expunerea radiativă directă. Rezultatele, prezentate în figura 3, arată o fiabilitate superioară în regim de radiație ultravioletă a produselor realizate cu adaos de 1% rășină PPE, influența adaosului de rășină CMC fiind nesemnificativă.

## Concluzii

Lucrarea prezintă posibilitățile analizei fiabilității în regim de radiație ultravioletă a produselor electroizolante fibroase pe baza unui model Arrhenius adaptat și posibilitatea exprimării grafice a acesteia.

Produsele realizate cu adaos de 1% rășină PPE au fiabilitate superioară în regim de expunere la radiație ultravioletă.

Caracteristicile dielectrice sînt mai stabile în regim de radiație ultravioletă decît în regim

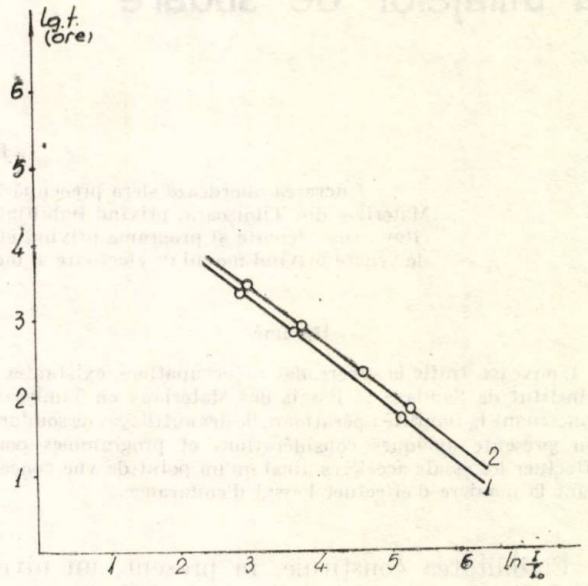



Figura 3 : Durata de viață în regim de radiație ultravioletă — lungime de rupere — 50%
1 — 0% PPE
2 — 1% PPE

termic în comparație cu cele de rezistență fizico, mecanică.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Poppel E., Petrovan S.* : Operații și utilaje în industria hîrtiei, București, Ed. Tehnică 1979, p. 172

[2] *Cătuneanu V.* ș.a. : Materiale pentru electronică, București, Editura Didactică 1982

[3] *Popescu C.* : Materiale electrotehnice, București, Ed. Tehnică 1976, p. 218.

[4] *Simionescu C., Rozmarin G.* : Chimia lemnului și a celulozei/ I. P. Iași : Rotaprint 1972, p. 515.

# Considerații privind fiabilitatea operațională a utilajelor de sudare

ZENO PIRCEA și DOREL FLUERAȘ*

**REZUMAT**

Lucrarea abordează sfera preocupărilor existente la Institutul de Sudură și Încercări de Materiale din Timișoara, privind fiabilitatea operațională a utilajelor de sudare. Se prezintă cîteva considerente și programe privind efectuarea încercărilor accelerate, precum și un punct de vedere privind modul de efectuare al încercării de anduranță.

**Résumé**

L'ouvrage traite la sphére des préoccupations existantes à l'Institut de Soudage et Essais des Matériaux en Timișoara concernant la fiabilité opérationnelle des outillages de soudure. On présente quelques considérations et programmes pour effectuer les essais accélérés ainsi qu'un point de vue concernant la manière d'effectuer l'essai d'endurance.

**Abstract**

The paper deals with the sphere of preocupations existing at the Institute for Welding and Testing of Materials in Timișoara concerning the operational reliability of welding installations. Some topics and programs about the carrging out of accelerated tests as well as a point of view concerning the endurance tests are presented.

Fiabilitatea constituie, în prezent, un nivel de calitate necesar în viața produselor, garantarea lui asigurînd nemijlocit asigurarea funcțiilor și deci utilităților acestora. Satisfacerea acestor funcții în condiții de siguranță contribuie la realizarea unei producții raționale, destinate satisfacerii unor nevoi sociale cu consumuri materiale reduse.

Utilajele de sudare au fost creiate pentru a realiza funcții tehnologice în cadrul proceselor de fabricație a unor ansamble nedemontabile. Funcționalitatea garantată a acestora în timp asigură desfășurarea continuă a procesului tehnologic, cu implicații benefice asupra calității și productivității acestuia. Rezultă, de aici, că preocuparea pentru asigurarea fiabilității utilajelor de sudare devine, în acest context, o necesitate obiectivă.

Fiabilitatea se poate estima în activitatea de cercetare, se poate construi în faza de proiectare și se constată în exploatare. În cadrul Institutului de Sudură și Încercări de Materiale din Timișoara preocupările au vizat, în principal, elaborarea unor programe de previzionare a fiabilității în faza de proiectare (s-au elaborat programele FIABUS, FIABEL și PARAM) și efectuarea unor încercări de fiabilitate în condiții de laborator în vederea determinării :

— componentelor „critice" ;

— intensității de defectare ($\lambda$).

Urmărirea comportării în exploatare a produselor pe baza unor rapoarte standard (raportul de exploatare) s-a dovedit anevoioasă, reacția beneficiarilor nefiind întotdeauna promptă și la obiect, ceea ce nu a permis culegerea de date utile proiectanților. S-a optat astfel pentru încercări de laborator, pe standuri cu încercări de regulă accelerate. S-au realizat astfel standuri pentru încercarea capetelor de sudare, a instalațiilor hidraulice, a instalațiilor electrice, a dispozitivelor de producere a forțelor tehnologice etc.

Nu încape îndoială că această încercare nu poate face parte nici din rîndul încercărilor de fiabilitate și deci nici din rîndul încercărilor accelerate. Este totuși important să stabilim dacă încercarea poate sau nu condiționa aprecierea fiabilității.

Se știe că în perioada de funcționare normală a produsului rata căderilor este constantă, de aici și asocierea distribuției exponențiale a defectelor la aprecierea funcției de fiabilitate $P(t) = e^{-\lambda t}$ La încercarea de anduranță rata căderilor nu respectă $\lambda = ct.$, iar probabilitatea de apariție a defectelor într-un interval de timp $\Delta t$, se schimbă cînd $\Delta t$ se deplasează în lungul axei timpului.

Probabilitatea de funcționare fără defecte în acest caz (pentru perioada $\Delta t$) poate fi calculată :

$$P_a(t) = e^{-\int_0^t \lambda a(t)\, dt}$$

unde $\lambda a$ intensitatea defectării produsului în timpul anduranței.

Probabilitatea de defectare a produsului se poate scrie în acest caz :

$$P_a(t) = e^{-\int_0^{ta} \lambda a(t)\, dt - \int_{ta}^{t} \lambda a(t)\, dt} = A_0 e^{-\lambda a (t-ta)}$$

unde $ta$ timpul aferent anduranței

iar $A_0 = e^{-\int_0^t \lambda a(t)\, dt}$ reprezintă probabilitatea ca în perioada anduranței produsul să nu se defecteze.

Rezultă că se poate utiliza repartiția exponențială a probabilității de defectare numai dacă

* ICSIM — Timișoara

nu se iau în considerație defectele care s-au produs în perioada încercării de anduranță. În acest caz probabilitatea de funcționare fără defecte $e^{-\lambda_a(t-t_a)}$ va fi o probabilitate condiționată, mai concret, probabilității de funcționare fără defecte a produsului i se va atașa condiționarea ca în perioada anduranței să nu apară defecte.

În practica curentă defecțiunile constatate ca atare în perioada încercării de anduranță impun măsuri corective (de regulă de ordin constructiv) și reluarea încercării de la început. Se va da importanță însăși definirii corecte a defectelor pentru a nu impune condiții severe acolo unde măsurile corective cu caracter constructiv sînt necesare.

Pe baza programelor pentru încercări accelerate pe stand au stat :

— ridicarea nivelului de solicitare mecanică ;
— ridicarea nivelului de solicitare termică ;
— lubrifierea incompletă sau lipsa acesteia ;
— mărirea duratei active de funcționare ;
— mărirea agresivității mediului ambiant.

În tabelul 1 se prezintă un program de încercări în laborator pentru încercări accelerate pe trei tipuri de echipamente : mașină de sudat electric prin presiune, cap de sudare MIG-MAG și un reductor de presiune pentru oxigen. Din acest tabel, pentru intensitățile de defectare estimate pe bază de catalog, rezultă factorii de accelerare necesari pentru o durată de încercare prescrisă ($t_1 = 100$, $t_2 = 500$ ore). Accelerarea necesară pentru încercare se obține pe seama majorării factorilor de degradare. Deoarece legile de degradare nu sînt în general cunoscute s-a admis că în cazul utilajelor de sudare distribuțiile funcțiilor de defectare sînt fie exponențiale $P(t)=e^{-\lambda t}$ fie de tip Weibull, $P(t)=e^{-Kt^{\beta}}$, iar intensitățile de defectare aferente $\lambda = ct$, respectiv $\lambda(t) = K\beta t^{\beta-1}$

Simularea pe stand a acestor legi este discutabilă, pe de o parte deoarece există componente cu legi de degradare diferite, iar pe de altă parte simularea unor cauze nu conduce de regulă la efectele dorite. Cu toate aceste rezerve se poate afirma cu certitudine că în cazul urmăririi unei selectări fie de soluții constructive, fie tehnologice, încercările accelerate, chiar dacă nu pot

*Tabelul 1*

| Nr. crt. | Denumirea echipamentului | Denumirea subansamblului | Intensitatea de defectare $\lambda$ /$10^{-6}h^{-1}$/ | Factorii de degradare | $K_{acc}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $t_2 = 100$ | $t_2 = 500$ |
| 1 | Mașină de sudat electric prin presiune în puncte | cilindru pneumatic | 10 | presiune frecare etanșare | 161 | 32 |
| | | regulator de presiune | 7,5 | presiune etanșare | 214 | 43 |
| | | programator de timp | 2,5 | termică oboseală | 642 | 129 |
| | | legătură elastică | 1,2 | termică oboseală | 1340 | 268 |
| 2 | Cap de sudare MIG-MAG | duză contact | 30 | termică frecare | 54 | 11 |
| | | tub flexibil ghidare I | 12 | frecare oboseală | 134 | 27 |
| | | tub flexibil ghidare II | 12 | frecare oboseală | 134 | 27 |
| | | duză gaz | 10 | termică | 161 | 32 |
| | | inel perforat | 8 | termică oboseală | 201 | 40 |
| | | izolator | 6 | termică | 268 | 54 |
| 3 | Reductor de presiune pentru oxigen | membrană | 30 | oboseală îmbătrînire | 54 | 11 |
| | | garnitură etanșare | 12 | îmbătrînire strivire | 134 | 27 |
| | | filtru absorbție | 18 | presiune | 894 | 179 |

respecta legile de degradare obiective, acestea sînt operante și concludente. Această rațiune a permis alegerea unor soluții superioare la reproiectarea produselor, contribuind la modernizarea acestora. În ce măsură o încercare accelerată poate estima prin extrapolare fiabilitatea reală a unui produs este deocamdată o problemă, iar recepția prin încercări de fiabilitate rămîne un deziderat.

Deoarece în cadrul etapelor de asimilare a produselor se solicită, în ultimă vreme, ca obligatorie încercarea de anduranță, considerăm că o discuție privind locul acesteia în caracterizarea produsului devine necesară. Încercarea de anduranță urmărește validarea unor soluții constructive prin evidențierea defectelor „infantile" din viața produsului. Încercarea se efectuează fie prin „baleierea" utilităților produsului, fie prin realizarea numai a utilităților care solicită la maximum produsul. În practica construcției de mașini, încercarea se execută pe o durată de 200 ore de funcționare.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Juran, J. M., Gryna, F. M.*: Calitatea produselor. Editura tehnică, București, 1973

[2] *Oprean, A.* și colab.: Fiabilitarea mașinilor unelte. Editura Tehnică, București, 1979

[3] *Baron, T.* și colectiv: Calitate și fiabilitate. Editura Tehnică, București, 1988

[4] *Ciucu, G., Craiu, V. Ștefănescu, A.*: Statistica matematică și cercetări operaționale, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1978

[5] *Flueraș, E., Ieremiciu, T.*: Fiabilitatea previzională a utilajelor pentru sudare, Rev. Construcția de mașini nr. 7—8, 1980, pag. 422—424.

[6] *Arghiriade, I.*: Proiectarea și verificarea fiabilității în construcția de mașini, O.I.D.-MICM, București, 1987

# Fiabilitatea sistemelor numerice de conducere (I)

*COSTICĂ I. NITU**

**REZUMAT**

Sînt prezentate particularitățile sistemelor numerice de conducere a proceselor. Se definesc criteriile de alegere a metodelor de asigurare a fiabilității, prezentîndu-se elementele caracteristice structurilor de conducere de înaltă fiabilitate.

**Résumé**

On présente les particularités des systèmes numériques de direction des processus. Sont définis des critères du choix des méthodes d'assurance de la fiabilité en présentant des éléments caractéristiques des structures de direction de haute fiabilité.

**Abstract**

The peculiarities of process numerical command system are presented. The criteria for selecting the reliability assurance methods are defined presenting the characteristic elements of the high reliability control system structures.

Sistemele de conducere a proceselor au la bază echipamente cu microprocesoare, care pot fi interconectate pe diferite nivele ierarhice de conducere, astfel încît să se rezolve atît problemele de automatizare locală, cît și problemele de optimizare globală a procesului tehnologic. În sistemele de conducere problema fiabilității aparaturii de automatizare și a programelor implementate are un rol deosebit, deoarece un singur echipament de automatizare realizat cu microprocesoare îndeplinește mai multe funcții. Defectarea unui echipament cu microprocesor dintr-un sistem de conducere poate avea consecințe nefavorabile asupra desfășurării întregului proces tehnologic. Pentru a evita aceste situații, se iau măsuri de asigurare a fiabilității atît la nivel de echipamente, cît și la nivelul structurilor ierarhice, distribuite sau inelare adoptate pentru conducerea procesului tehnologic.

* Institutul Politehnic București

## 1. Definirea funcțiilor unui sistem de conducere

Un sistem de conducere a proceselor are ca funcție principală colectarea informațiilor din proces, prelucrarea datelor conform unor algoritmi de conducere, transmiterea comenzilor către proces, asigurarea schimbului de informații cu operatorul de proces, arhivarea de date sub diferite forme și asigurarea modului de funcționare în cazul apariției unor defecte atît în structură cît și în programele de funcționare a echipamentelor.

Elementul central al unui sistem de conducere, atît după complexitatea funcțiilor pe care le îndeplinește, cît și datorită faptului că poate fi utilizat în mod individual, îl reprezintă regulatorul numeric, numit uneori impropriu calculator de proces. Structura unui regulator numeric realizat cu microprocesoare trebuie să îndeplinească mai multe funcții principale și auxiliare. Funcțiile principale ale unui regulator

numeric includ : colectarea și prelucrarea mărimilor măsurate din proces, executarea de operații aritmetice și logice în vederea elaborării mărimilor de comandă și a semnalelor de testare și codificarea mărimilor de ieșire pentru comanda procesului. Funcțiile secundare cuprind operațiile care pot fi executate și de către alte echipamente cu care este interconectat regulatorul numeric, ca de exemplu liniarizarea caracteristicilor statice ale traductoarelor, modularea semnalelor de comandă ale elementelor de execuție și operațiile de codificare / decodificare a informației de pe liniile de comunicație cu alte echipamente din sistemul distribuit de conducere.

Structura unui regulator numeric cu microprocesoare (fig. 1) include următoarele module funcționale : modulul pentru semnale de intrare de la proces (*I*), modulul unitate centrală, inclusiv memoriile (*UC*), modulul pentru semnale de comandă către proces (*E*), modulul pentru comunicații seriale cu alte nivele ierarhice de conducere din sistem (*CS*) și modulul de comunicație cu operatorul de la panoul local de automatizare (*CL*). Structura generală a unui regulator numeric cu microprocesor trebuie particularizată la clasa de procese pentru care este destinat, asigurîndu-se prin diverse metode fiabilitatea impusă. În practică, fiabilitatea structurii unui regulator numeric cu microprocesoare este determinată în principal de durata de timp în care nu apar defecte care să modifice performanțele de bază ale aparatului, astfel încît să se mențină sistemele de reglare în funcționare normală. Alegerea fiabilității unui regulator numeric se face în funcție de aplicațiile concrete ale acestora.

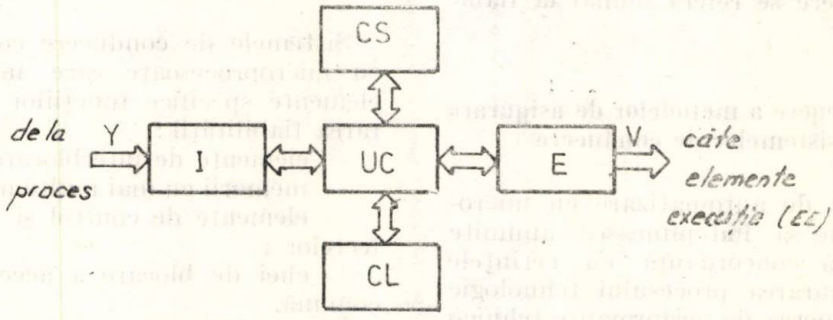



Fig. 1. Structura unui regulator cu microprocesoare.

## 2. Fiabilitatea structurii și programelor unui sistem numeric de conducere

Sistemele de conducere a proceselor se clasifică după modul de repartizare a funcțiilor pe echipamente componente, după modul de amplasare a acestora pe teritoriul procesului tehnologic și după modul de organizare a comunicațiilor între echipamente. Conform acestor criterii, sistemele de conducere se clasifică în : sisteme ierarhice, sisteme distribuite și sisteme inelare de conducere.

În cazul sistemelor ierarhice de conducere, fiecare echipament de conducere formează un nivel ierarhic de conducere. La sistemele distribuite, pe un nivel ierarhic sînt mai multe echipamente de conducere a procesului.

Sistemele inelare de conducere au toate echipamentele de conducere pe un singur nivel, avînd comunicațiile asigurate printr-o șină inelară de transmitere a informațiilor.

În cazul sistemelor de conducere există numeroase tipuri de echipamente (regulatoare numerice, directoare de trafic, console ale operatorilor, cuploare de magistrale etc), care au la bază structuri cu microprocesoare în care sînt implementate programe de bază (sisteme de operare, executive în timp real etc.) și programe de aplicații (algoritmi de conducere, algoritmi de comunicație etc). Definirea fiabilității unui echipament individual sau a sistemului de conducere pe ansamblu trebuie să reflecte atît fiabilitatea programelor (software) cît și fiabilitatea structurii (hardware).

Un indicator al fiabilității îl reprezintă rata de defectare $h(x)$ bazată pe acceptarea unei anumite legi probabilistice de distribuție, unde $x$ este timpul efectiv de calcul.

În figura 2 se prezintă variația în timp a acestui indicator pentru programul și structura unui echipament.

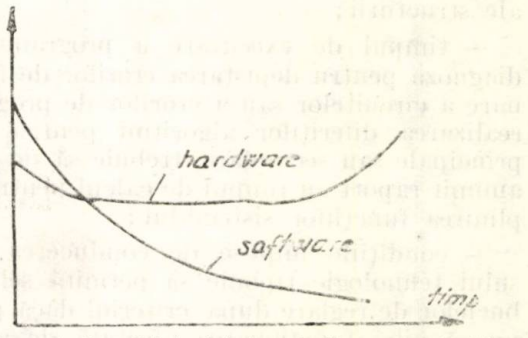



Fig. 2. Dependența ratei de defectare în timp a unui echipament cu microprocesoare.

Se observă că pentru programe se poate aplica conceptul „perfecționări în timp", deoarece cu timpul se pot depista greșelile de programare și se micșorează rata de defectare. Pentru definirea fiabilității programelor, experimental s-a dovedit că rata de defectare este o funcție de forma $A.e^{Bx}$, unde constantele $A$ și $B$ se pot determina prin calculul ecuației regresiei pe baza unui număr apreciabil de experimentări [3].

Din analiza curbei de variație a ratei de defectare pentru hardware, rezultă că aceasta este definită de o ecuație mult mai complexă, remarcîndu-se o scădere la începutul intervalului de utilizare, o menținere la o valoare constantă și o creștere bruscă în ultima parte a intervalului, cînd echipamentul nu mai are fiabilitatea necesară pentru a putea fi utilizat. În continuare, fiabilitatea unui echipament sau sistem de conducere se referă numai la fiabilitatea hardware.

## 3. Criterii de alegere a metodelor de asigurare a fiabilității sistemelor de conducere

Un echipament de automatizare cu microprocesoare trebuie să îndeplinească anumite funcții în deplină concordanță cu cerințele impuse de desfășurarea procesului tehnologic și să permită obținerea de performanțe tehnico economice optime.

Criteriile pentru alegerea metodelor de asigurare a fiabilității unui echipament cu microprocesoare sînt :

— executarea algoritmilor pentru funcțiile principale (algoritmi de reglare, de selectare și prelucrare a datelor etc), în cazul apariției unor defecte, trebuie să afecteze numai în permisă strategia de reglare sau comandă a procesului tehnologic ;

— algoritmii pentru funcțiile auxiliare (afișări de date, comunicația cu operatorul sau cu alte subsisteme etc) trebuie să fie executați în toate condițiile de apariție a unor defecte ;

— în transmiterea comenzilor către proces trebuie să se evite apariția de șocuri asupra elementelor de execuție în cazul apariției unor defecte care necesită comutarea unor subunități ale structurii ;

— timpul de executare a programelor de diagnoză pentru depistarea erorilor de funcționare a circuitelor sau a erorilor de program în realizarea diferiților algoritmi pentru funcții principale sau secundare, trebuie să fie într-un anumit raport cu timpul de calcul pentru îndeplinirea funcțiilor sistemului :

— condițiile impuse de conducerea procesului tehnologic trebuie să permită selectarea buclelor de reglare după criteriul dacă pot sau nu să aibă funcționarea afectată de apariția unui defect ;

— echipamentele de automatizare cu asigurarea fiabilității trebuie să aibe un preț de cost în concordanță cu scopul și gradul de eficiență tehnico-economic a procesului tehnologic ;

— metoda adoptată pentru proiectarea unui echipament trebuie să respecte anumite restricții privind modul de organizare a plachetelor și tehnologia de fabricație a acestora, astfel încît echipamentul să poată fi reparat în timp ce sistemul automat este în funcțiune.

În funcție de aceste criterii se pot proiecta structuri de conducere pentru sisteme automate cu mare fiabilitate în funcționare, asigurîndu-se aceleași performanțe sau performante degradate acceptabile la apariția unor defecte.

## 4. Elemente caracteristice ale sistemelor de înaltă fiabilitate

Sistemele de conducere conțin echipamente cu microprocesoare care includ următoarele elemente specifice funcțiilor impuse de asigurarea fiabilității :

— elemente de interblocare a magistralelor ;

— memorii cu mai multe porturi de acces ;

— elemente de control și semnalizare a defectelor ;

— chei de blocare a accesului la memoria comună.

În prezent echipamentele utilizate în sisteme de conducere sînt cu structuri multiprocesor. Cea mai utilizată metodă de interconectare a subsistemelor cu microprocesor a unui echipament constă în utilizarea de magistrale proprii. Accesul unui microprocesor la magistrala altui subsistem se poate face prin trecerea în starea HOLD a microprocesorului respectiv sau prin trimiterea unei cereri de acces și care va fi tratată după o anumită strategie pentru controlul întreruperilor. Pentru realizarea accesului la magistrala unui subsistem este necesar un element de interblocare a magistralelor și care este format din amplificatoare de magistrală cu stare de înaltă impedanță.

În general echipamentele cu microprocesoare au un sistem de operare propriu, care controlează toate operațiile de transfer a informațiilor. Dacă echipamentul are la bază mai multe microprocesoare, atunci sînt necesare chei individuale de blocare a accesului din exterior la magistrala proprie, cînd subsistemul respectiv execută transferuri de date. O soluție care reduce gradul de interdependență al subsistemelor cu microprocesoare cu magistrale proprii constă în utilizarea unei memorii comune de date, care este prevăzută cu mai multe porturi de acces. Însă utilizarea unei memorii comune duce la introducerea unei întîrzieri mari și deci la creșterea timpului de calcul, ceea ce înrăutățește performanțele sistemului. În cazurile cînd se impune diminuarea întîrzierilor cauzate de interfe-

renţa datorată accesului la o memorie comună se poate folosi o distribuire pe subsisteme a adreselor memoriei, care este formată astfel din mai multe segmente cu chei de acces comandate de elementul de control şi depistare a erorilor de funcţionare.

Elementul de control şi semnalizare a defecţiunilor, comun pentru toate subsistemele cu microprocesoare, verifică funcţionarea unităţilor comune şi primeşte informaţiile necesare de la elementele individuale de control, proprii subsistemelor cu microprocesoare. În general un element de control şi semnalizare a defectelor este realizat cu un bistabil retrigherabil, care trece într-o stare de semnalizare , dacă programul microprocesorului nu trece prin anumite faze, în care semnalele de control îl menţin în starea iniţială.

Elementele specifice utilizate pentru realizarea funcţiilor de asigurare a fiabilităţii, respectiv elementele de interblocare a magistralelor, elementele de control şi semnalizare a defectelor şi cheile de acces la memoria comună trebuie să fie realizate cu componente de înaltă fiabilitate, pentru a nu afecta caracteristicile structurii.

## 5. Criterii pentru definirea şi clasificarea metodelor de asigurare a fiabilităţii

Pentru clasificarea metodelor de asigurare a fiabilităţii unor echipamente sau a sistemelor de conducere pe ansamblu se iau în considerare următoarele criterii :

— dacă se introduc programe şi componente suplimentare specifice unei metode adoptate de ridicare a fiabilităţii ;

— dacă prin metoda adoptată de asigurare a fiabilităţii se menţin performanţele de funcţionare ale echipamentului sau ale sistemului de conducere al aceleaşi valori şi după apariţia unor defecte sau acestea sînt modificate, adică degradate într-o măsură acceptabilă din punct de vedere al procesului tehnologic automatizat.

Avînd în vedere aceste criterii, metodele de asigurare a fiabilităţii echipamentelor de automatizare şi a sistemelor de conducere a proceselor se clasifică în trei grupe :

— metode cu structuri folosind componente special selecţionate ;

— metode cu structuri tolerante la defecte ;

— metode cu structuri avînd funcţionare cu performanţe degradate la defecte.

Prima metodă cu structuri folosind componente special selecţionate, după probe specifice de anduranţă şi criterii severe de apreciere a performanţelor, se foloseşte pentru echipamente care se produc în serie mică, de regulă pentru unicate. Prin această metodă nu se folosesc programe sau componente suplimentare, special pentru asigurarea fiabilităţii, dar prin selecţionarea componentelor şi materialelor utilizate rezultă un produs mai fiabil, însă cu un preţ mai ridicat . Această metodă se foloseşte numai la echipamente cu destinaţie specială (cosmos, militar etc).

Metodele cu structuri tolerante la defecte şi cu structuri avînd funcţionare cu performanţe degradate la defecte, au caracteristic faptul că se folosesc programe sau componente suplimentare, special pentru asigurarea fiabilităţii unui echipament sau a unui sistem de conducere. Deosebirea dintre aceste două grupe de metode constă în gradul de menţinere a performanţelor unui sistem de conducere după apariţia unor defecte. Deoarece aceste metode au o largă utilizare în conducerea proceselor industriale se vor prezenta separat variante de realizare, stabilindu-se criteriile de alegere a diverselor soluţii pentru proiectarea de echipamente sau de structuri de sisteme de conducere.

În unele lucrări, sistemele tolerante la defecte se mai numesc sisteme cu toleranţă totală la defecte, iar sistemele cu performanţe degradate la defecte se mai numesc sisteme cu toleranţă parţială la defecte.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Dumitrache I., Nitu C.,* : Unele probleme privind proiectarea optimă a sistemelor distribuite de conducere — Lucrările simpozionului naţional „Teoria sistemelor" vol. 1, Craiova, 1984.

[2] *Nitu C.* : Structuri de regulatoare numerice tolerante la defecte, Lucrările conferinţei naţionale „Sisteme informaţionale în industrie", Bucureşti, mai 1985.

[3] *Nitu C.* ; Metodă pentru asigurarea fiabilităţii regulatoarelor numerice, Automatica şi Electronica, nr. 3, 1988.

*Cuvinte cheie*

Sisteme de conducere. Fiabilitatea regulatoarelor numerice Regulatoare numerice.

# Palpatoare ale aparatelor de măsurat în coordonate

*TRAIAN DEMIAN* și *ADRIAN PASCU**)

**REZUMAT**

Pornind de la faptul că un aspect foarte important legat de măsurarea în coordonate îl constituie modul în care este palpat obiectul măsurat, de faptul că realizarea și conceperea sistemului de palpare poate influența esențial exactitatea măsurării, precum și posibilitățile de automatizare a procesului de măsurare, lucrarea prezintă diferite sisteme de palpare împărțite în trei mari grupe : sisteme de palpare cu contact, sisteme de palpare cu posibilități de măsurare și sisteme de palpare fără contact.

**Résumé**

En partant du fait qu'un aspect très important lié au mesurage en coordonnées est constitué par le mode dans lequel on palpe l'object mesuré, du fait que la réalisation et conception de palpage peut influencer essentiellement l'exactité du mesurage et également les possibilités d'automatisation du procès, l'ouvrage présente des systèmes differents de palpage divisés en trois grands groupes : systèmes de palpage au contact, systèmes de palpage aux possibilités de mesurage et systèmes de palpage sans contact.

**Abstract**

Starting from the fact that a very important aspect connected with coordinate measurement is constituted by the way in which the feeling of the measured object is made, as well as by the fact that thei feeler system realization and concept may essentially influence the exactity of measurement and the possibilities of process automatization the paper presents various feeler systems divided into three large groups : contact feeler systems, feeler systems with possibilities of measurement and feeler systems with no contact.

Un aspect foarte important legat de măsurarea în coordonate îl constituie modul în care este palpat obiectul măsurat. Concepția și realizarea practică a sistemului de palpare poate influența esențial precizia măsurării, precum și posibilitățile de automatizare a procesului de măsurare. După cum se știe, sistemele de palpare pot fi cu contact și fără contact.

## 1. Sisteme de palpare cu contact

În prezent, majoritatea aparatelor de măsurat în coordonate (AMCrd) sînt dotate cu sisteme de măsurare cu contact. Există o mare varietate constructivă a acestora, derivată din principiile de lucru pe care se bazează și care pot fi mecanice sau combinații cu soluții optice, pneumatice și electrice.

Soluția cea mai simplă o constituie palpatorul rigid fixat direct în pinola AMCrd. În figura 1 sînt prezentate mai multe variante constructive de capete de măsurare, adaptate unor configurații de obiecte.

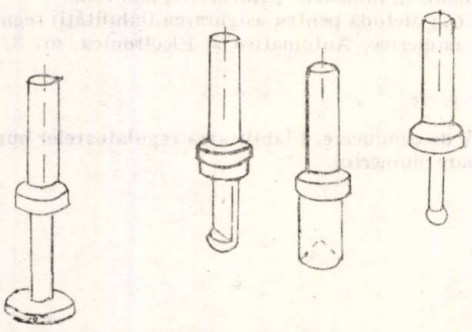


Fig. 1 Configurații de palpatoare rigide

Palpatoarele rigide echipează astăzi numai aparatele simple, cu acționare manuală. Un dezavantaj important al acestora îl constituie faptul că nu oferă garanția unei forțe de palpare constante. Variația forței de palpare constituie, așa cum se știe, o sursă de erori de măsurare. Performanțele obținute la măsurare depind de îndeminarea operatorului.

Sistemele optomecanice, care sînt larg întrebuințate la microscoapele de măsurare, se folosesc mai rar pentru construcția capetelor de palpare ale AMCrd. Cea mai largă răspîndire au căpătat-o sistemele electromecanice, cu sau fără posibilități de măsurare.

În sistemele fără posibilități de măsurare (denumite touch-signal probei) palpatorul emite la atingerea obiectului, un semnal electric, în urma unei comutări. Acestea constituie comanda pentru sistemul de acționare (pentru oprirea deplasării și pentru sistemul de măsurare (pentru oprirea contorizării impulsurilor). Aceste sisteme sînt utilizate în situațiile în care este suficientă palparea obiectului prin puncte. Preluarea valorii măsurate în condiții dinamice impune o palpare fără accelerații. În aprecierea unui sistem de palpare cu comutare sînt de interes următoarele aspecte mai importante :

— sensibilitatea senzorului în raport cu unghiul de palpare ;

— forța de măsurare în momentul palpării (influențează erorile introduse de încovoierea tijei palpatorului) ;

— dependența forței de măsurare de unghiul de palpare ;

— greutatea maxim admisă pentru palpator ;

— lungimea maxim admisă pentru tija palpatorului ;

— reproductibilitatea în spațiu a poziției de nul ;

* Institutul Politehnic București

— mărimea și posibilitatea de modificare a forței de reacțiune (pentru reducerea în poziția de zero);

— protecția împotriva impulsurilor false;

— deplasarea maximă admisă în cazul unei coliziuni.

În funcție de modul în care este obținut impulsul de comutație se deosebesc sisteme cu comutație mecanică și electronică.

Cel mai simplu sistem de palpare tridimensional îl constituie cel cu contacte electrice, materializate prin sprijinirea palpatorului în trei puncte. Poziția de referință este menținută prin forța de pretensionare a unui element elastic. Punctele de sprijin, bile sau cilindri, centrate între doi cilindri sînt elemente de contact, legate în serie în cadrul unui circuit electric—figura 2.

Realizarea practică a unui astfel de palpator ridică probleme deosebite în privința materialelor. Astfel, suprafața pe care se află contactul trebuie să asigure o conductibilitate electrică foarte bună, să posede rezistență la uzură și proprietăți de antigripaj, să permită sudarea sau lipirea contactelor electrice. În acest scop se folosesc acoperiri cu aur, paladiu, rodiu ș.a. Pentru izolarea electrică a porțiunilor din suprafețele de lucru active s-a constatat că în domeniul încărcărilor electrice și mecanice reduse care caracterizează această construcție, se poate utiliza o acoperire cu un strat de oxid de aluminiu.

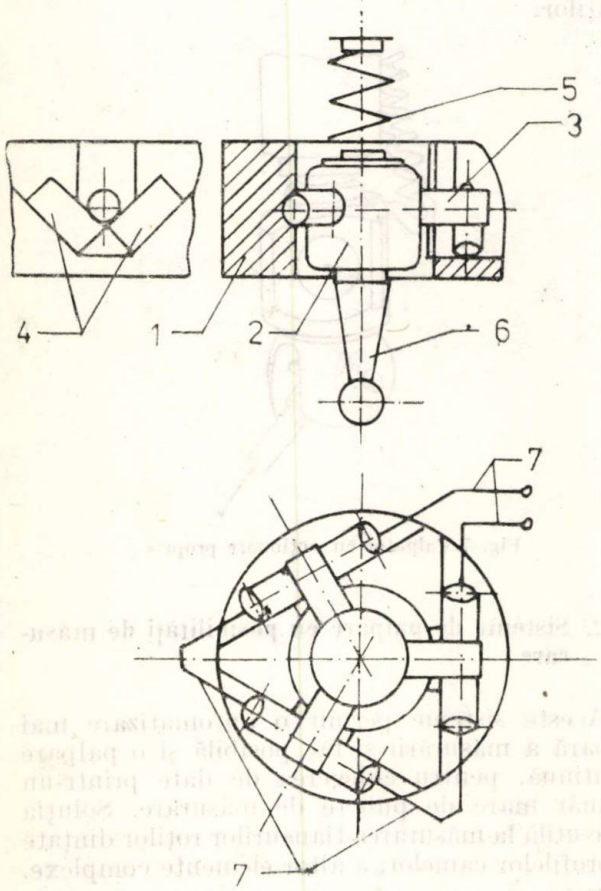



Fig. 2 Construcția unui palpator cu contacte electrice
1 — corp; 2 — piesa mobilă; 3 — cilindru; 4 — role; 5 — arc, 6 — tija palpatorului; 7 — conductoare electrice

Pentru a facilita efectuarea măsurărilor în regim de comandă manuală, s-a prevăzut palpatorul cu o lampă care semnalizează ieșirea din poziția de zero printr-un semnal luminos intermitent, vizibil printr-o porțiune transparentă din corp. Sistemul este prezentat în figura 3.

Dacă se folosesc palpatoare rigide sau active cu comutare, măsurările cu AMCrd se fac prin compararea directă cu indicația traductorului sistemului de măsurare, utilizînd metoda de

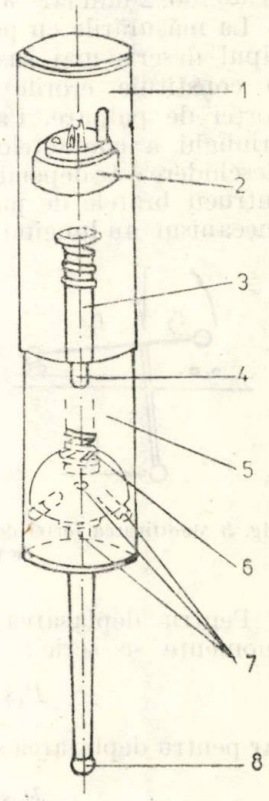



Fig. 3 Palpator cu contacte electrice și semnal luminos
1 — corp; 2 — conector; 3 — dulie; 4 — lampă; 5 — arc; 6 — corp transparent; 7 — contacte; 8 — palpator

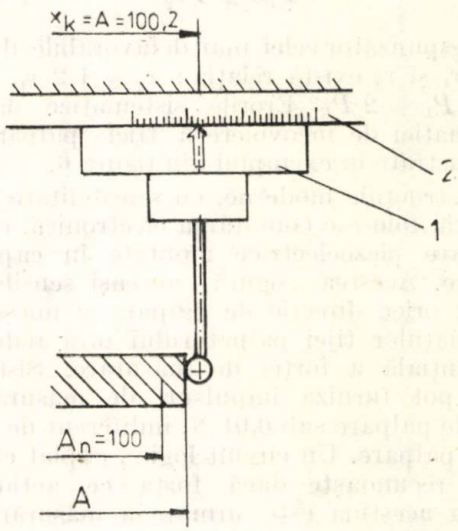



Fig. 4 Măsurare prin comparare directă, metoda de zero.
1 — sanie; 2 — scară (traductor)

zero, după cum este prezentat schematic în figura 4. La utilizarea acestei metode efectul acțiunii măsurandului și al mărimii de referință asupra aparatului este adus la zero (în acest caz se anulează prin contact, intervalul dintre obiect și palpator).

Măsurandul $A$ este identic cu deplasarea $XK$ a saniei pe direcția traductorului 2, iar abaterea cotei de la valoarea nominală $A_N$ se calculează ca :

$$\delta = A - A_N$$

În exemplul din figura 4 : $A_N = 100$ mm, $A = 100,2$ mm iar $\delta = 0,2$ mm.

La măsurările cu palpatoare cu comutare de tipul descris mai sus o problemă importantă o constituie erorile datorate neuniformității forței de palpare. Ca urmare a dispunerii în triunghi a contactelor, forța necesară pentru deschidere este dependentă de direcția de acțiune, întrucît brațele de pîrghie care se formează în mecanism au lungimi diferite (figura 5).

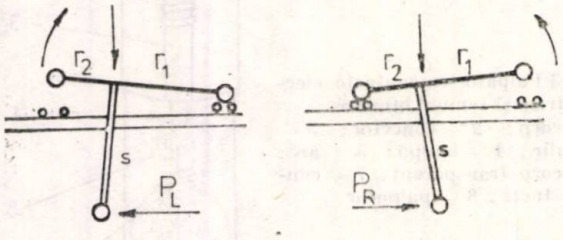



Fig. 5 Modificarea forței de măsurare în funcție de direcția de palpare.

Pentru deplasarea spre stînga ecuația de momente se scrie :

$$P_L s \geq P r_1$$

iar pentru deplasarea spre dreapta :

$$P_R s \geq P r_2$$

Corespunzător celei mai defavorabile direcții, între $r_1$ și $r_2$ există relația : $r_2 = 1/2\ r_1$, astfel încît $P_L = 2\ P_R$ Erorile sistematice datorite deformației de încovoiere a tijei palpatorului sînt ilustrate în exemplul din figura 6.

Construcțiile moderne, cu sensibilitate foarte ridicată, folosesc comutarea electronică, cu traductoare piezoelectrice montate în capul de palpare. Acestea asigură aceeași sensibilitate pentru orice direcție de palpare și micșorarea deformațiilor tijei palpatorului prin reducerea substanțială a forței de măsurare. Sistemele piezo pot furniza impulsuri de măsurare la forțe de palpare sub 0,01 N, indiferent de direcția de palpare. Un circuit logic , cuplat cu senzorul, recunoaște dacă forța ce acționează asupra acestuia este urmare a măsurării sau este rezultatul unor șocuri și va transmite impulsul de lucru numai în cazul corect. Pentru

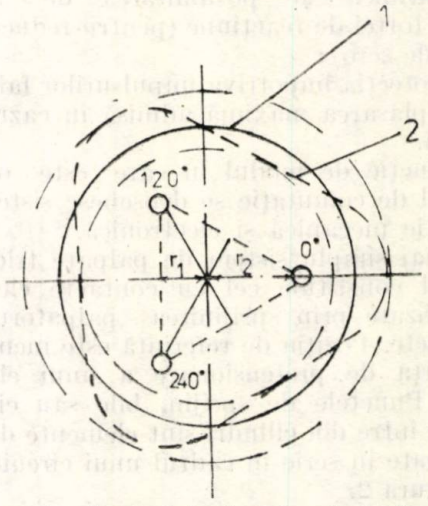



Fig. 6 Erori de măsurare introduse de palpator la măsurarea unui calibru inelar.

1 — geometria nominală ; 2 — geometria indicată de AMCrd. afectată de erori.

asigurarea automatizării măsurărilor indiferent de complexitatea obiectului, sînt realizate palpatoare cu acționare mecanică proprie care permit accesul și orientarea corespunzătoare (figura 7). Cuplaje de siguranță cu fricțiune asigură o protecție la suprasarcină a microacționărilor.

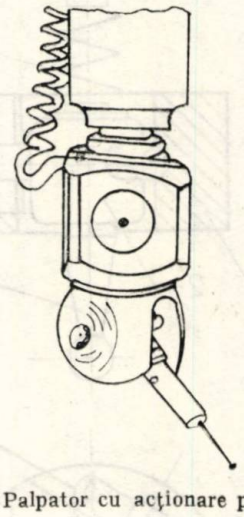


Fig. 7 Palpator cu acționare proprie

## 2. Sisteme de palpare cu posibilități de măsurare

Aceste sisteme permit o automatizare mai ușoară a măsurării și fac posibilă și o palpare continuă, pentru culegerea de date printr-un număr mare de puncte de măsurare. Soluția este utilă la măsurarea flancurilor roților dințate a profilelor camelor, a altor elemente complexe.

Palparea de acest tip poate fi executată manual sau în regim automat, fiindu-i caracteristic faptul că punctele discrete de măsurare

pot fi preluate fără o întrerupere a contactului dintre obiect și palpator.

Criteriile principale de evaluare a acestui tip de palpator sînt :

— reproductibilitatea spațială ;

— greutatea maximă admisă pentru palpator ;

— caracteristica forței de măsurare în interiorul și în afara domeniului de măsurare ;

— mărimea domeniului de măsurare în regim de palpare continuă ;

— deplasarea maxim admisă în cazul unei coliziuni ;

— caracteristica de amortizare ;

— posibilitatea de programare a unor operații (fixarea palpatorului interschimbabil, modificarea forței de măsurare, autocentrarea, ș.a.).

În construcțiile mai simple forța de măsurare este obținută direct prin acțiunea elementului elastic care constituie în același timp sistemul de ghidare și sprijinire a palpatorului.

Una din construcțiile de început, bazată pe utilizarea traductoarelor inductive de deplasare, folosește sprijinirea palpatorului pe un element elastic de tip membrană cu decupări, care-i asigură mobilitatea tridimensională (figura 8).

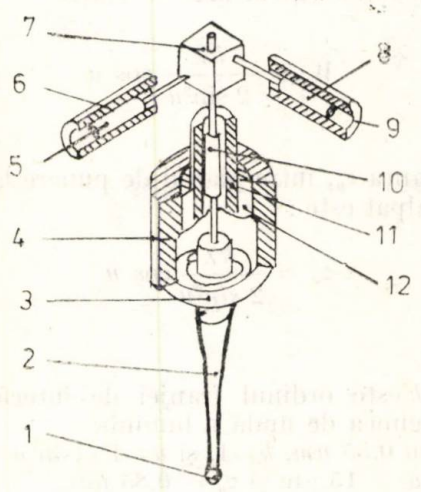



Fig. 8 Palpator activ, cu măsurare după trei direcții
1 — sfere palpatoare ;2 — tija ; 3 — membrană ; 4 — carcasă ; 5, 8, 10 — miez ferită ; 6, 9, 11 — bobină ; 12 — bucșe

Miezul de ferită plasat în interiorul bobinei cilindrice va determina apariția unui semnal de măsurare numai la deplasarea sa longitudinală. În felul acesta se asigură decuplarea semnalelor și posibilitatea măsurării tridimensionale. Intervalul de măsurare este ± 100 μm, cu o eroare de liniaritate ce nu depășește 0,4 μm pe întregul interval. Principalul dezavantaj al acestei construcții îl constituie anizoelasticitatea. Prin sprijinirea palpatorului cu ajutorul unor ghidaje de transiație cu elemente elastice, soluția constructivă se îmbunătățește radical asigurîndu-se direct decuplarea deplasărilor după cele trei direcții (figura 9).

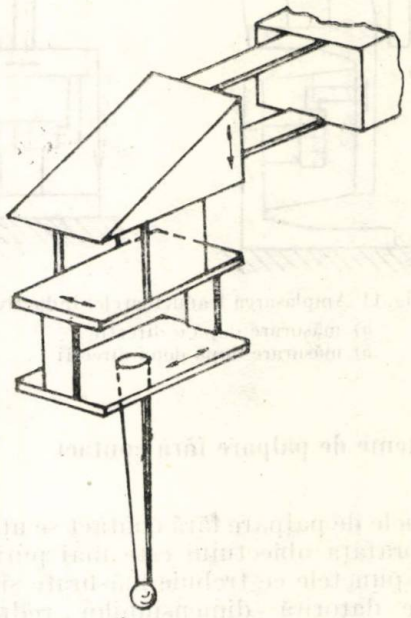


Fig. 9 Palpator sprijinit pe ghidaje elastice — paralelogram

Printr-o dimensionare corespunzătoare a lamelelor și pretensionarea acestora la montaj se obține caracteristica forță-deplasare dorită și valoarea forței de palpare necesare. Un exemplu al formei caracteristicii elastice este ilustrat în figura 10.

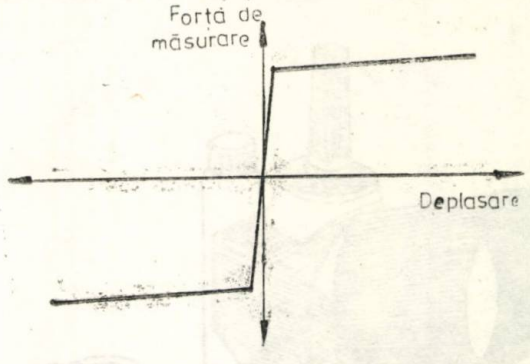



Fig. 10 Caracteristica elastică a palpatorului activ

Traductoarele inductive constituie însă una dintre soluțiile adoptate frecvent pentru sistemul de măsurare al palpatoarelor active (figura 11).

Se pot utiliza însă și alte principii de traducere cum sînt cele capacitive, optice, pneumatice

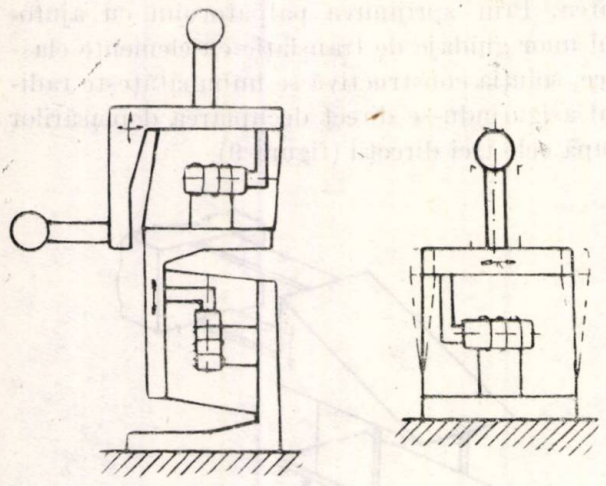


Fig. 11 Amplasarea traductoarelor inductive
*a*) măsurare după o direcție
*b*) măsurare după două direcții

### 3. Sisteme de palpare fără contact

Sistemele de palpare fără contact se utilizează dacă suprafața obiectului este mai puțin dură sau cînd punctele ce trebuie măsurate sînt greu accesibile datorită dimensiunilor reduse ale obiectului. Dezvoltarea lor a căpătat un impuls deosebit odată cu sporirea solicitărilor în domeniul micromecanicii și al microelectronicii.

Un sistem simplu încadrat în această categorie îl constituie microscopul de vizare, preluat ca soluție de mașinile de găurit în coordonate. Vizarea se face în planul de punere la punct al microscopului. Reticulul din ocular se aduce apoi tangent la conturul obiectului iluminat dia sau epi. Un sistem de proiecție facilitează mult măsurarea — (figura 12). O îmbunătățire a acurateței de vizare se obține printr-o tehnică specială de iluminare care permite formarea unui contur mult mai net — linia de interferență (figura 13, *a*).

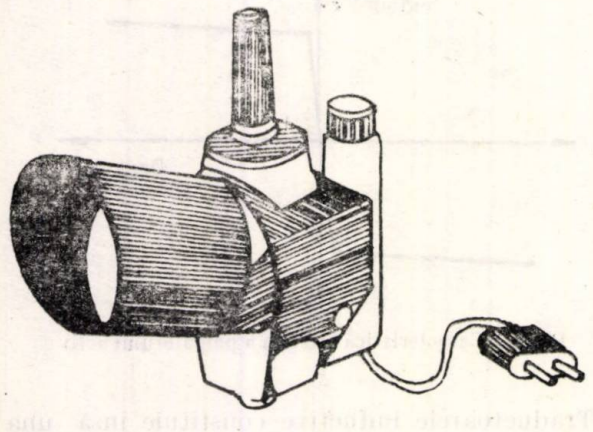


Fig. 12 Microscop de vizare, cu proiecție atașabil în pinola AMCrd

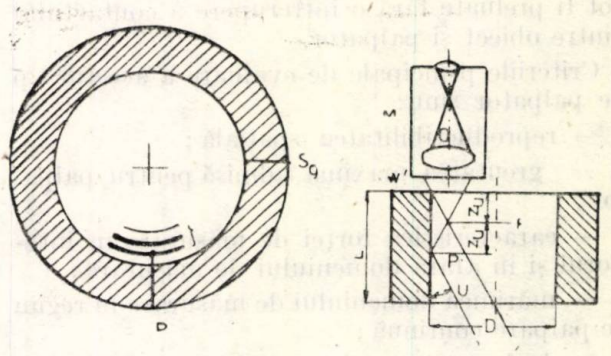


Fig. 13 Palparea optică prin vizarea liniei de interferență
*a*) franje de interferență formate pe conturul interior al unui alezaj ;
*b*) poziția planului palpat *P* în raport cu planul de punere la punct al microscopului *E*.

Iluminarea dia se face sub un unghi $u$ (figura 13. *b*) astfel încît în planul de punere la punct al microscopului $E$ apar franje de interferență corespunzătoare secțiunii palpate $P$ — fig. 15, *b*. De obicei se vizează prima franjă de interferență, cu ordinul $k = 1$. Distanța $W$ dintre linia de interferență și peretele obiectivului, distanță care intervine ca o corecție în evaluarea rezultatelor, se calculează cu relația :

$$W = \frac{k\lambda}{2 \sin^2 u} \cos u$$

iar distanța $z_u$, între planul de punere la punct și cel palpat este :

$$z_u = \frac{k\lambda}{2 \sin^2 u} \cos u$$

unde : $k$ este ordinul franjei de interferență ; $z$ — lungimea de undă a luminii.

Pentru 0,55 $um$, $k=1$, și $u=1°$ (sin $u=0{,}018$) rezultă $w = 15$ μm și $z_u = 0{,}85$ mm.

Adîncimea maximă de palpare $2z_u$ permite eliminarea influenței eventualelor teșituri sau racordări ale muchiei asupra măsurărilor (teșitura este reprezentată în figură cu linie întreruptă). Utilizarea practică a acestor sisteme de vizare este însă obositoare iar procesul de palpare nu poate fi automatizat.

O alternativă modernă o constituie utilizarea unor sisteme optoelectronice, un exemplu constituindu-l sistemul prezentat în figura 14. Figura care asigură o palpare automată în plan, în condițiile unei incertitudini foarte reduse, permițînd în același timp și o baleiere a obiectului în condițiile de măsurare dinamică (figura 15).

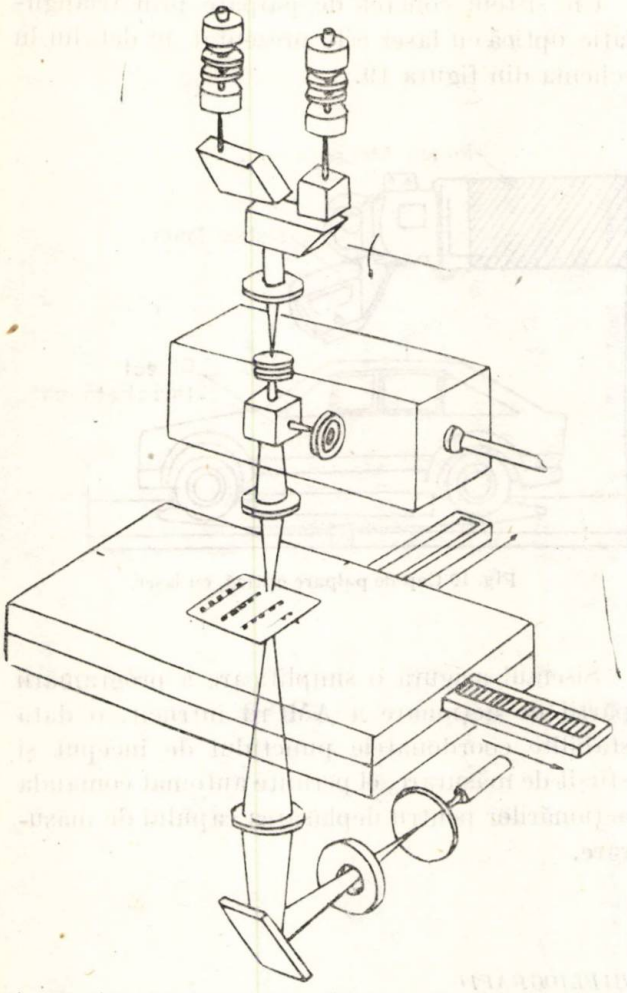


Fig. 14 Sistem fotoelectric de palpare pentru măştile circuitelor integrate.

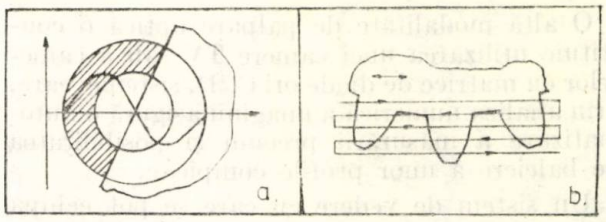



Fig. 15 Palparea cu sistem fotoelectric
*a*) cîmpul imaginii
*b*) baleierea unei configuraţii

Principiul de funcţionare al acestui sistem se bazează pe o prelucrare a semnalului electric obţinut la tranziţia clar-negru corespunzătoare structurii ce trebuie măsurate (figura 16).

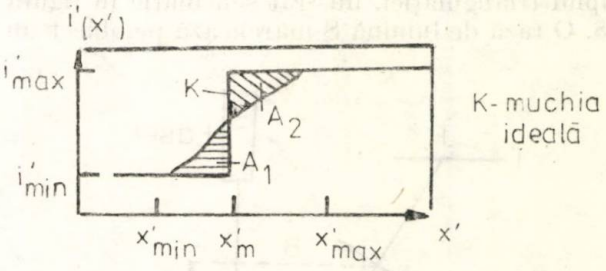



Fig. 16 Definirea muchiei în sistemul de vizare opto-electronic.

La prezenţa unei muchii se produce o tranziţie a intensităţii luminoase de la valoarea $i_{min}$ la $i_{max}$. Poziţia fotometrică a muchiei $x_m$ poate fi determinată pornind de la o definiţie integrală ce impune egalitatea suprafeţelor $A_1$ şi $A_2$.

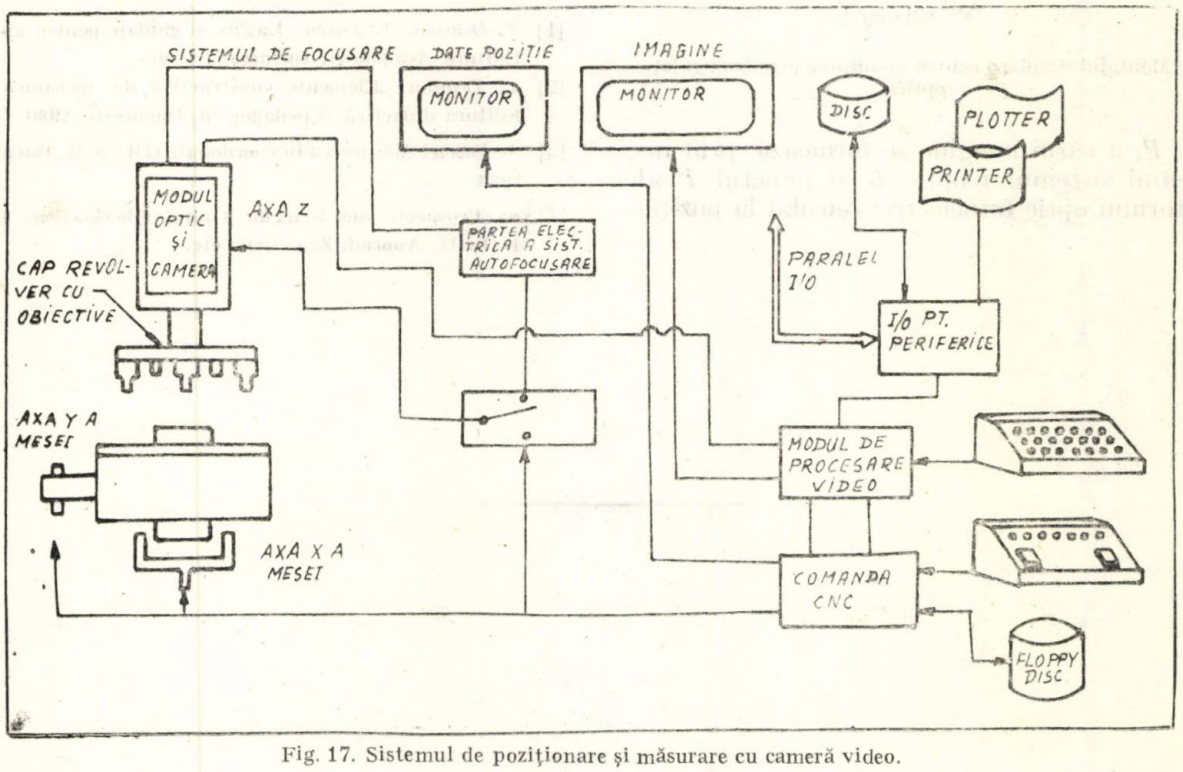



Fig. 17. Sistemul de poziţionare şi măsurare cu cameră video.

O altă modalitate de palpare optică o constituie utilizarea unei camere TV sau a camerelor cu matrice de diode ori CCD, sisteme care, prin analiza numerică a imaginii asigură o automatizare a măsurării precum și posibilitatea de baleiere a unor profile complexe.

Un sistem de vedere cu care se pot echipa aparatele este reprezentat schematic în figura 17 și permite prin utilizarea unei focusări automate controlate de un laser, să se mărească în mod considerabil și precizia de poziționare pe axa $Z$.

Prin utilizarea unei camere CCD se asigură o incertitudine de poziționare și de măsurare de 0,5 μm pe 25 mm.

Alte mijloace de palpare fără contact le constituie sistemele cu laser, lucrînd pe principiul triangulației, ilustrat schematic în figura 18. O rază de lumină S marchează pe obiect un

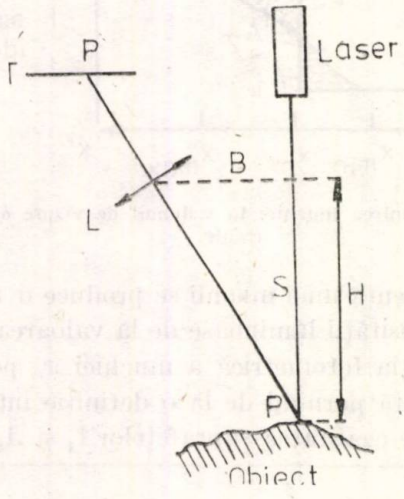



Fig. 18 Montajul standard pentru măsurarea prin triangulație optică

punct $P$, a cărui imagine se formează prin intermediul sistemului optic $L$ în punctul $P$ al detectorului optic fotoelectric sensibil la poziție $T$.

Un sistem concret de palpare prin triangulație optică cu laser este prezentat în detaliu în schema din figura 19.

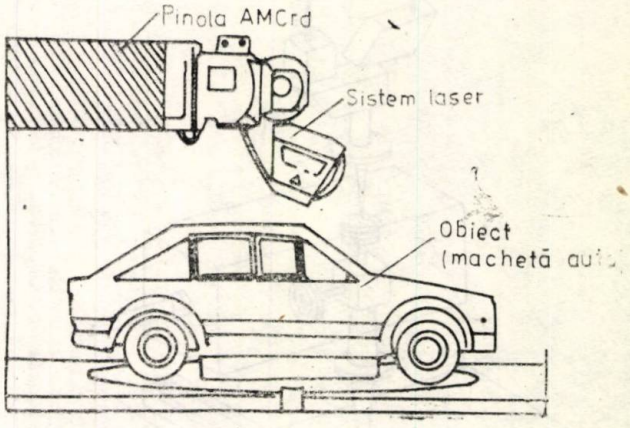



Fig. 19 Cap de palpare optică, cu laser.

Sisemul asigură o simplificare a programării părții de acționare a AMCrd întrucît, o dată stabilite coordonatele punctului de început și sfîrșit de măsurare, el permite automat comanda acționărilor pentru deplasarea capului de măsurare.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *T. Demian, A. Pascu* : Lagăre și ghidaje pentru aparate Editura Academiei, București, 1980

[2] *T. Demion* : Elemente constructive de mecanică fină Editura didactică și pedagogică, București, 1980

[3] *A. Pascu* : Măsurarea în coordonate OID ICM, București, 1989

[4] xxx Prospecte ale firmelor Opton Oberkochen, DEA, E. Leitz, Anorad, Zeiss Jena etc.

# Echipamente specializate pentru măsurat arbori cu came

LAURENȚIU MOLDOVAN
IULIAN VASILE
GHEORGHE POPAN*

REZUMAT

Articolul prezintă descrierea și principiul de funcționare al echipamentului specializat pentru măsurat arbori cu came. De asemenea, sînt prezentate principalele funcții de măsurare ale echipamentului.

Résumé

L'article présente la description et le principe de fonctionnement de l'équipement spécialisé pour mesurer les arbres à cames. Egalement, on présente les principales fonctions de mesurage de l'équipement.

Abstract

The paper gives the description and working principle of the specialized used for camshaft measurement. The principal functions of the equipment in measurement are also presented.

Una din preocupările de bază, din ultimii ani, ale Institutului de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule este aceea a realizării unor echipamente de înaltă tehnicitate pentru măsurat arbori cu came. Pe parcursul acestei activități, odată cu extinderea gamei de arbori studiați, s-au ivit probleme noi care au condus la crearea unor structuri noi și moderne.

Ideea a pornit de la necesitatea verificării unor arbori lungi de 1200 mm (și mai apoi de 1600 mm) care creiau probleme deosebite pentru o prindere verticală. De asemenea, ghidajele necesare deplasării capului de măsurare de-a lungul arborelui au început utilizarea unei soluții noi cu pernă gazostatică pe ghidajele din andezit. Avantajele acestor ghidaje atît de cunoscute din construcția mașinilor de măsurat în trei coordonate s-a materializat și de această dată, permițînd obținerea unor precizii ridicate de măsurare precum și a unei fidelități de înaltă clasă, reducerea consumului de energie prin utilizarea unor motoare de putere mică, creșterea perioadei de utilizare prin reducerea uzurii.

Utilizarea ghidajelor gazostatice a permis și alte facilități și anume, posibilitatea prinderii arborelui cu came în poziție orizontală, manevrări ușoare lipsite de efort și poziții incomode din partea operatorului, precum și atingerea unor parametri ergonomici și de design de înaltă clasă.

Un alt mare avantaj al acestei soluții constructive este reducerea consumului de metal pe produs cu aproximativ 1500 kg, fiind eliminate reperele gabaritice turnate și înlocuite cu acest produs natural — andezitul, cu un grad înalt de productibilitate și cu o stabilitate termică perfectă.

Putem spune că acest echipament a fost perfecționat continuu și că, în momentul de față, răspunde celor mai mari exigențe ale beneficiarului.

„Echipamentul specializat pentru măsurarea arborilor cu came" — ESMAC — este realizat ca urmare a solicitărilor industriei de autoturisme (I. A. Pitești, T. A. Timișoara), industriei de autocamioane și tractoare (I. Autocamioane Brașov, I. Tractorul Brașov), industriei de locomotive și motoare diesel (23 August București, I. Motoare Diesel București) etc.

După necesitățile procesului de control și solicitările beneficiarilor, echipamentul este constituit în mai multe variante și are posibilitatea măsurării manuale sau în ciclu automat comandat de calculator.

Erorile datorate operatorului sînt nule în varianta de lucru în regim automatizat, ele putînd apărea numai în cazul unei prinderi sau poziționări incorecte a arborelui în echipamentul mecanic.

Uzurile în echipamentul mecanic sînt reduse datorită introducerii ghidajului pe direcția „y" și a ghidajului rotației pe pernă de aer (gazostatice).

Echipamentul permite vizualizarea (în orice moment sau regim de măsurare) corectă și ușoară a cotelor verificate, indicînd (la regim automat) cîmpul de toleranță și valoarea efectivă măsurată iar în final graficul abaterilor de la valorile teoretice ale mărimilor măsurate.

Prin realizarea „Echipamentului specializat pentru măsurarea arborilor cu came" se asigură o bună dotare a laboratoarelor metodologice ale întreprinderii constructoare de motoare cu ardere internă, prin creșterea preciziei și productivității de măsurare a arborilor cu came și implicit posibilitatea efectuării unor studii și cercetări ale profilului camelor, în vederea optimizării funcționării motorului, pentru înlăturarea unor efecte negative (zgomot excesiv, funcționare neregulată cu pierderea puterii sau chiar o distrugere a mecanismelor de distribuție).

Utilizat în laboratoarele metodologice sau integrat în procesul de producție echipamentul servește la :

— măsurarea abaterilor de la profilul teoretic al camelor ;

— măsurarea efectivă a diametrelor palierelor și a zonei de rază constantă ale camelor ;

* ICSITMFS București

— determinarea abaterilor de la circularitate ale palierelor axului precum și a zonelor de rază constantă ale camelor;

— măsurarea abaterii calajului unghiular;

— măsurarea excentricității palierelor față de axa teoretică;

— măsurarea poziției axiale a camelor și palierelor;

— afișarea digitală a valorilor măsurate în orice moment pe blocurile de afișare;

— afișarea pe display a rezultatelor măsurărilor efectuate;

— înregistrarea grafică pe plotter a curbei abaterilor de la profilul teoretic al suprainălțării tachetului (prin intermediul legii de mișcare a tachetului) cu un singur inscriptor de culoare și grosime mică.

## 1. Descrierea și funcționarea

Echipamentele au în componență următoarele părți:

A. Sistemul mecanic;
B. Sistemul electronic;
C. Sistemul de calcul;
D. Sistemul pneumatic.

*A. Sistemul mecanic* se compune din:

*a*) Subsistemul de sprijinire și ghidare, reprezentat prin:

— picioarele suport care asigură poziționarea întregii instalații la orizontală, precum și preluarea de șocuri sau vibrații, atît din partea instalației cît și din cea a mediului înconjurător și care ar influența negativ funcționarea corespunzătoare a instalației;

— masa de andezit negru, asigură menținerea cu precizie a poziției reciproce a subansamblurilor în timpul funcționării;

— ghidajul din andezit negru care formează suportul ce asigură deplasarea saniei port traductor pe direcția „*y*" (în lungul axelor);

— pinola, cu vîrful de centrare care asigură (prin prezența vîrfului de centrare) materializarea axului de rotație al piesei măsurate. Vîrful de centrare purtat de ea are posibilitatea de reglaj în raport cu omologul său și tot prin intermediul lui se aplică o forță axială necesară menținerii piesei de controlat în sistemul de măsurare;

— reazemul gazostatic este un dispozitiv de susținere cu lagăr gazostatic cilindric, cu posibilitatea de reglare verticală și de deplasare pe masa de andezit cu ajutorul unei patine gazostatice.

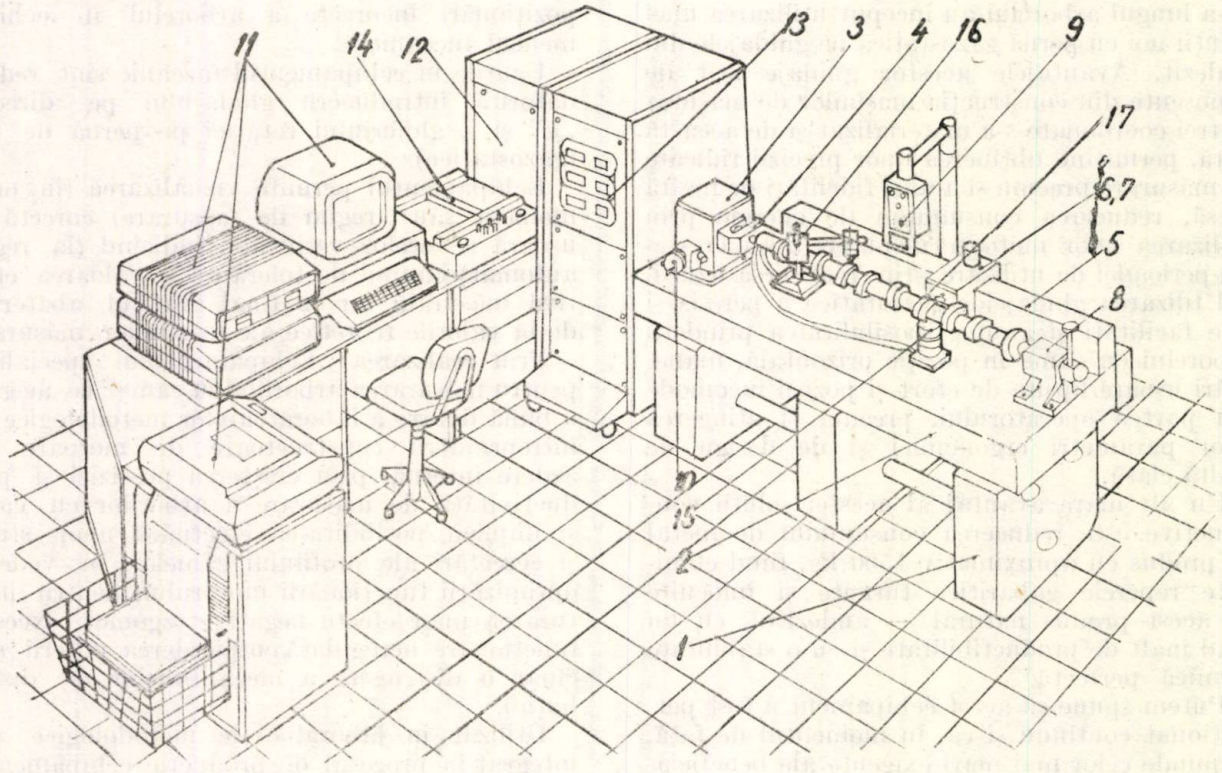



Fig. 1 Echipament specializat pentru măsurarea axelor cu came
1 — picioare suport; 2 — masă de andezit negru; 3 — cap divizor; 4 — dispozitiv de antrenare; 5 — ghidaje din andezit negru; 6 — sanie port-traductor; 7 — traductor de măsurare cu palpator plan; 8 — sanie mobilă cu vîrf centrare; 9 — tabloul de comandă; 10 — roată de antrenare; 11 — microcalculator M 118; 12 — microcalculator SPOT 83; 13 — sistemul de măsurare electronic și de afișare a cotelor; 14 — ploter; 15 — reazem gazostatic; 16 — suport comparator 17 — axa cu came.

*b*) Subsistemul de rotire a axului cu came este compus din :

— cap divizor, care are rolul de a asigura, împreună cu dispozitivul de antrenare, mișcarea de rotație a axului cu came în vederea efectuării verificărilor. Este prevăzut un traductor inductiv tip inductosyn de rotație, fapt care permite culegerea în orice moment al măsurării, a valorilor unghiulare de rotație.

Mișcarea se realiniază în 2 moduri :

— manual — avans grosier și avans fin (asigură rotirea capului divizor din miime în miime de grad)

— mecanic — cu ajutorul unui motor electric de curent continuu.

*c*) Subsistemul de măsurare este compus din :

— sanie port-traductor care are rolul de a asigura precizia măsurării, respectiv a deplasării traductorului, de-a lungul axului cu came și asigurării sistemului de ghidare, pentru măsurarea radială efectuată de traductorul de măsurare. Deplasarea ei se face pe ghidaj din andezit negru cu perne gazostatice, ce asigură un coeficient de frecare practic nul. Antrenarea ei în mișcare de translație se face cu un motor MA13 prin intermediul unui reductor și un mecanism pinion-cremalieră. Există posibilitatea frînării și blocării mișcării pe direcția „*y*". Există de asemenea posibilitatea inițializării cursei pe această direcție prin prezența traductorului de proximitate.

— traductorul de măsurare este prevăzut cu un palpator, iar traductorul este de tip inductiv.

Palpatorul este de tip cuțit de vîrf dur pentru palpare, solidar legat cu traductorul.

Pentru menținerea în permanent contact a palpatorului cu piesa de măsurat, traductorul este prevăzut cu un sistem de echilibru ce asigură o forță de măsurare constantă de aproximativ 600 cN.

Apropierea-depărtarea palpatorului de piesa de măsurat este asigurată de un mecanism anterior cu excentric, acționat de un piston pneumatic.

*B. Sistemul electronic* se compune din :

*a*) Subsistemul de măsurare electronic și de afișare a valorilor măsurate.

Pentru măsurare se folosesc traductoare de tip inductiv liniare sau rotative.

Afișarea are loc pe un echipament electronic tip NUMEROM 306.

*b*) Subsistemul de comandă este compus din :

— blocuri de comandă a acționării pe cele 3 axe și partea de semnalizare a realizării diferitelor comenzi.

— elementele de execuție pe axa „*x*" și „*y*" sînt de tip motoare electrice de curent continuu ;

— elementul de execuție aferent axei „*x*" este de tip electropneumatic.

Blocurile de comandă ale acționărilor au posibilitatea de a fi comandate atît în regim manual de către operatorul uman prin intermediul tabloului de comandă și semnalizare cît și în regim automat de către sistemul de calcul.

De la tabloul de comandă și semnalizare se pot selecta vitezele (mare-mică) cît și sensurile de deplasare aferente axelor.

*c*) *Sistemul de calcul* se compune din :

— microcalculatorul M118 cu rol de prelucrare și afișare a datelor de măsurare conform algoritmului de calcul și asigură comunicația cu echipamentul SPOT 83 în vederea prelucrării sistemului de date de măsurat ;

— microcalculatorul SPOT 83, care elaborează semnalele de comandă pentru schema de acționare, în vederea efectuării tuturor măsurărilor axului cu came ; supraveghează starea sistemului asigurînd controlul situațiilor accidentale , și are de asemenea rolul achiziționării de date de măsură provenite de la echipamentele NUMEROM 306 ;

— elementele periferice reprezentate prin :

— display, ce permite comunicația cu operatorul prin vizualizarea (comenzilor introduse de la tastatură) precum și afișarea unor rezultate ale prelucrării datelor ;

— imprimanta, care tipărește datele primite de la calculator ;

— unitatea de disc flexibil, care constituie memoria externă a profilului teoretic al camelor, programul de lucru al calculatorului ;

— plotter, care trasează graficele abaterilor de la profilul teoretic al deplasării tachetului.

D. *Sistemul pneumatic* se compune din :

— elemente de filtrare a aerului ;

— electrovalve de comandă a alimentării cu aer a echipamentului ;

— relee de presiune, care întrerup alimentarea electrică a echipamentului la o scădere a presiunii sub limita prestabilită ;

— element de execuție pe axa „*x*" , de tip piston pneumatic.

Funcționarea echipamentelor se desfășoară în următoarele etape :

*a*) prinderea axului cu came între vîrfuri avînd fixat în mod corespunzător dispozitivul de antrenare ;

*b*) inițializarea măsurării unghiulare a capului divizor (în regim manual) ;

*c*) inițializarea măsurării supraînălțării, prin palparea unei suprafețe de referință de pe vîrful de centrare al capului divizor, și prisetarea cotei perfect cunoscute, a acestei suprafețe, permițînd astfel afișarea directă a razei camei în punctul de contact cu raza camei în punctul de contact cu palpatorul ;

*d*) inițializarea măsurării de-a lungul axului (pe „*y*") este posibilă datorită unui opritor la o cotă prestabilită, față de capul axului ; în raport cu poziția acestui opritor se va face poziționarea căruciorului port-palpator în dreptul camei testate ; în acest moment echipamentul poate fi trecut în regim automat ;

*e*) inspectarea succesivă a palierelor și camelor de pe arbore prin palparea continuă pe 360° și trecerea valorilor măsurate în memoria internă a echipamentului de calcul; echipamentul permite vizualizarea valorilor măsurate pe blocurile de afișare corespunzătoare, precum și afișarea grafică a valorilor supraînălțării, indicînd cîmpul de toleranță și valoarea efectiv măsurată;

*f*) după efectuarea operațiilor de măsurare efectivă a profilului camelor și palierelor, palpatorul purtat de sania port-palpator este adus printr-o mișcare rapidă în poziția inițială (în partea dinspre capul divizor), echipamentul semnalizînd acustic și vizual încheierea protocolului de control automat.

---

# Metodă absolută de măsurare a puterii radiante a unor fascicule laser

*VALENTIN M. FERU*, IANCU IOVA**, GHEORGHE P. ISPĂIUȘO****

REZUMAT

În lucrare este descrisă o metodă absolută de măsurare a puterii radiante a unor fascicule laser expandate și colimate sau divergente, cu diverse secțiuni sau cu distribuție neuniformă, emise în domeniile spectrale UV-A, VIS și IR-A. Metoda de măsurare se bazează pe teoria sferei integratoare și pe utilizarea unui receptor cuantic absolut de radiație optică (PQED).

Résumé

Dans l'ouvrage on décrit une méthode absolue pour mesurer la puissance radiante de quelques faisceaux laser expandés et collimés ou divergents ayant des sections diverses ou la distribution non-uniforme émis dans les domains spectraux UV-A, VIS et IR-A. La méthode de mesurage est basée sur l'utilisation d'un récepteur quantique absolue de rayonnement optique (PQED).

Abstract

In this paper is described an absolute measurement method of the radiant power of some laser beams: expanded and collimated or divergent; with diverse sections or nonuniform distributions; emitted in the spectral domains UV-A, VIS and IR-A. The measurement method is based on the integrating sphere theory, and a predictable quantum efficiency detector (PQED) is used.

## 1. Introducere

Dezvoltarea fizicii laserilor, realizarea a diferite tipuri de laseri și utilizarea acestora în diverse domenii de activitate sînt condiționate, între altele, și de progresele în radiometria optică neconvențională-radiometria laserilor (*Popescu* et al. 1989). Măsurarea puterii radiante a fasciculelor laser implică, în cadrul acestor preocupări, utilizarea unor metode și mijloace de măsurare și, îndeosebi, a unor etaloane specifice.

Abordarea problemei elaborării unor metode absolute de măsurare și a realizării unor modele de mijloace de măsurare a puterii radiante a fasciculelor laser bazate pe aceste metode de măsurare este impusă, în primul rînd, de lipsa unor etaloane radiometrice adecvate (*Iova*, *Ispășoiu* și *Feru* 1989).

Utilizarea practică a powermetrelor laser ridică, în majoritatea cazurilor, o serie de probleme legate, în special, de alinierea capului de măsurare al radiometrelor și de interceptarea întregului fascicul laser. În cazul în care, din rațiuni de ordin practic, fasiculele laser sînt expandate și colimate sau nu, sau în cazul în care secțiunea acestora nu este circulară, măsurarea puterii radiante se complică.

O soluție pentru înlăturarea inconvenientelor de acest fel este utilizarea, împreună cu receptorul de radiație optică propriu-zis al powermetrelor, a unei sfere integratoare care să capteze întregul fascicul laser (*Iova*, *Feru* și *Ispășoiu* 1989). Evident, în acest caz, nu mai apar problemele legate de alinierea laserului și a receptorului de radiație optică.

Metoda absolută de măsurare, descrisă succint în cele ce urmează, și mijlocul de măsurare,

* Institutul Politehnic din București, Catedra de Fizică
** Universitatea din București, Facultatea de Fizică
*** Institutul Național de Metrologie București

a cărui realizare, în diferite variante constructive și funcționale se bazează pe această metodă, nu necesită etaloane de putere radiantă pentru calibrare.

## 2. Principiul metodei absolute de măsurare

Fasciculul laser, caracterizat, în principal, prin puterea radiantă $\Phi_{in}(\lambda)$ — adică tocmai mărimea radiometrică de interes, care trebuie măsurată — pătrunde în interiorul sferei integratoare *SI* (fig. 1) prin fereastra de intrare *FI*.

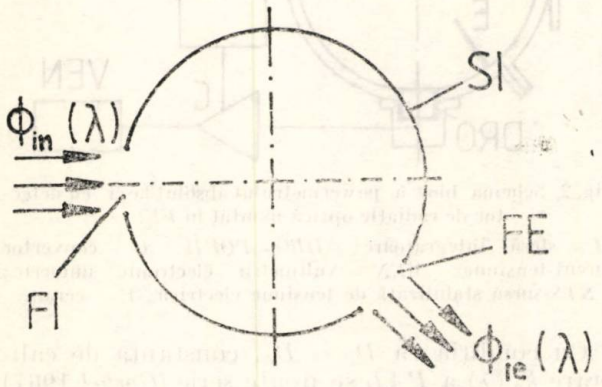



Fig. 1. Sferă integratoare utilizată pentru captarea integrală a unui fascicul laser.

*SI* — sferă integratoare; *FI* — fereastra de intrare; *FE* — fereastra de ieșire; $\Phi_{in}(\lambda)$ — puterea radiantă incidentă (de măsurat); $\Phi_{ie}(\lambda)$ — puterea radiantă emergentă.

Prima problemă care se pune spre soluționare este, evident, găsirea unei relații de legătură între puterea radiantă $\Phi_{ie}(\lambda)$ — una din caracteristicile fasciculului de radiație optică ce iese din *SI* prin fereastra de ieșire *FE*-și $\Phi_{in}(\lambda)$.

O a doua problemă de soluționat o constituie stabilirea unei relații între răspunsul unui receptor/detector de radiație optică *DRO* și $\Phi_{ie}(\lambda)$, fără a se utiliza un etalon de putere radiantă.

Pentru rezolvarea primei probleme, vom lua în considerare un prim set de ipoteze de lucru:

(i) suprafața interioară a *SI* este o sferă perfectă;

(ii) acoperirea suprafeței interioare a *SI* nu este uniformă;

(iii) orice element de arie de pe suprafața interioară a *SI* reflectă perfect difuz radiația optică incidentă pe ea.

Ipoteza (i) este imposibil de realizat practic; în cele mai multe cazuri reale induce însă erori de măsurare mai mici decît, de exemplu, erorile de măsurare a diametrului ferestrelor *SI*, dar ridică probleme asupra măsurării diametrului interior al *SI*. Realizarea unei astfel de suprafețe sferice rămîne o problemă pur tehnică.

Ipoteza (ii), reflectînd cazurile reale, nu mai poate face obiectul nici unei analize.

Ipoteza (iii) ridică problemele cele mai interesante, care pot fi rezolvate, însă, doar parțial; unul din scopurile acestei lucrări este și prezentarea unor încercări de rezolvare a acestor probleme.

Problema a doua se rezolvă utilizînd un receptor absolut de radiație optică, de exemplu un receptor cuantic absolut de radiație optică (*PQED*); este vorba de un receptor cu responsivitate spectrală $s(\lambda)$, la lungimile de undă $\lambda$ de interes, care se determină printr-o metodă absolută de măsurare (*Feru* și *Ispășoiu* 1988). În astfel de cazuri vor putea fi măsurate caracteristici ale laserilor care emit la lungimi de undă ce aparțin intervalului spectral în care este sensibil *PQED* (*UV—A*, *VIS* și *IR—A*).

Puterea radiantă $\Phi_r(\lambda)$ incidentă pe suprafața activă a receptorului de radiație optică *PQED* este dată de formula:

$$\Phi_r(\lambda) = I_{ph}/s(\lambda) \qquad (1)$$

în care $I_{ph}$ este fotocurentul generat de *PQED*.

Metoda de măsurare a $I_{ph}$ — ca și metoda de măsurare absolută a $s(\lambda)$ — este descrisă în diferite lucrări de specialitate (*Feru* și *Ispășoiu* 1988; lucrările citate în articolul respectiv).

Rezolvarea în acest mod a problemei a doua atrage după sine soluționarea unei probleme suplimentare și anume pe aceea a găsirii legăturii între $\Phi_r(\lambda)$ și $\Phi_{ie}(\lambda)$.

## 3. Unele considerente asupra ansamblului *SI-DRO*

Subliniind faptul că, prin construcție, aria suprafeței interioare a *SI* trebuie să fie mult mai mare decît suma ariilor suprafețelor *FI* și *FE* menționăm următoarele două variante constructive principial posibile: (1) *DRO* montat în *FE* a *SI* și (2) *DRO* montat la o anumită distanță de *FE* a *SI*.

### 3.1. *DRO montat în FE*

Este soluția constructivă cea mai ușoară, care are, totodată, avantajul obținerii celei mai simple expresii matematice a constantei de calibrare $k(\lambda)$ a powermetrului absolut laser (*PAL*) realizat pe baza acestei soluții.

Dezavantajul major al acestei soluții constă în faptul că teoria *SI* se poate aplica numai în situația luării în considerare a următoarelor trei noi seturi de ipoteze de lucru.

3.1.1. Factorul de reflexie al *FI* ($\rho_{FI}$) și factorul de reflexie al *FE* ($\rho_{FE}$) sînt egali cu zero.

Dacă fasciculul laser, care pătrunde în *SI* prin *FI*, este incident pe suprafața interioară a *SI*

se poate demonstra (*Goebel* 1967 ; *Carr* 1988) că :

$$\Phi_{in}(\lambda) = \frac{1 - \rho(\lambda) \cdot \left(1 - \frac{A_{tf}}{A_{sf}}\right)}{\rho(\lambda) \cdot \frac{A_{ie}}{A_{sf}}} \Phi_{ie}(\lambda) \qquad (2)$$

unde :

$\rho(\lambda)$ factorul spectral de reflexie al suprafeţei interioare a *SI* ;

$A_{sf}$ aria suprafeţei interioare a *SI* ;

$A_{tf} = A_{in} + A_{ie}$ aria totală a suprafeţelor ferestrelor *FI* şi *FE*.

În modul în care a fost pusă problema, pînă în prezent, se poate remarca faptul că raportul $\Phi_{ie}(\lambda) / \Phi_{in}(\lambda)$ reprezintă, de fapt, „factorul de transmisie" al *SI*. Din punct de vedere energetic, fenomenul este corect interpretat : *SI* nu se comportă ca un corp negru şi, ca urmare, practic se poate intercepta energie radiantă la ieşirea din *SI* prin *FE* ; la pct. 3.2. vom încerca, însă, o aprofundare a acestei probleme apelînd la mărimea radiometrică radianţă.

Dacă în *FE* se montează direct un *PQED*, atunci este valabilă egalitatea :

$$\Phi_{ie}(\lambda) = \Phi_r(\lambda) \qquad (3)$$

Notînd cu $D_{in}$ diametrul *FI*, cu $D_{sf}$ diametrul interior al *SI* şi cu $D_r$ diametrul suprafeţei active (sau a aperturii de intrare) a *DRO*, care trebuie să coincidă cu diametrul $D_{ie}$ al *FE*, din formulele (1), (2) şi (3) rezultă :

$$\Phi_{in}(\lambda) = k_1(\lambda) \cdot I_{ph} \qquad (4)$$

unde :

$$k_1(\lambda) = \frac{4 \cdot D_{sf}^2 \cdot \left[1 - \rho(\lambda) \cdot \left(1 - \frac{D_{in}^2 + D_r^2}{4 \cdot D_{sf}^2}\right)\right]}{\rho(\lambda) \cdot s(\lambda) \cdot D_r^2} \qquad (5)$$

este constanta de calibrare a *PAL* a cărui funcţionare se bazează pe metoda absolută de măsurare expusă.

Aşadar, dacă se măsoară $D_{sf}$, $D_{in}$, $D_r$ şi $\rho(\lambda)$ şi se determină $s(\lambda)$, pe baza formulei (5) se calculează $k(\lambda)$ a *PAL* şi se poate, apoi, determina puterea radiantă a unui fascicul laser (avînd lungimea de undă $\lambda$) cu ajutorul formulei (4), măsurînd $I_{ph}$ generat de *PQED*.

Schema bloc a unui mijloc de măsurare ca cel prezentat este arătată în fig. 2.

Factorul spectral de reflexie al suprafeţei interioare a *SI* (a cărei acoperire se face în mod corespunzător, de exemplu, cu sulfat de bariu) se măsoară printr-o metodă absolută de măsurare, pe o probă martor cu o acoperire realizată în acelaşi timp şi în aceleaşi condiţii cu acoperirea suprafeţei interioare propriu-zise a *SI*, cu o instalaţie de măsurare specială (*Simionescu* et al. 1988).

3.1.2. $\rho_{FI} = 0$ şi $\rho_{FE} = \rho_r(\lambda) \neq 0$, $\rho_r(\lambda)$ fiind factorul spectral de reflexie al suprafeţei *PQED*, măsurat în cadrul operaţiei de determinare a $s(\lambda)$ prin metoda absolută.

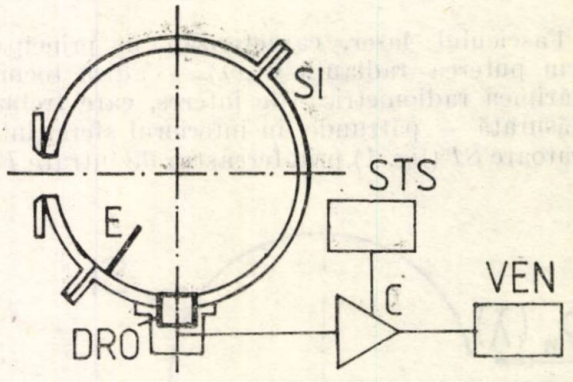



Fig. 2. Schema bloc a powermetrului absolut laser cu detector de radiaţie optică montat în *FE*.

*SI* — sferă integratoare ; *DRO*— *PQED* ; *C* — convertor curent-tensiune ; *VEN* — voltmetru electronic numeric ; *STS*-sursă stabilizată de tensiune electrică ; E — ecran.

Cu condiţia ca $D_r = D_{ie}$, constanta de calibrare $k_2(\lambda)$ a *PAL* se poate scrie (*Goebel* 1967) sub forma :

$$k_2(\lambda) = \frac{4D_{sf}^2 \cdot \left[1 - \rho/(\lambda) \cdot \left(1 - \frac{D_{in}^2 + D_r^2}{4 \cdot D_{sf}^2}\right) - \rho_r(\lambda) \cdot \frac{D_r^2}{4 \cdot D_{sf}^2}\right]}{\rho(\lambda) \cdot s(\lambda) \cdot D_r^2} \qquad (6)$$

Aşadar :

$$\Phi_{in}(\lambda) = k_2(\lambda) \cdot I_{ph}, \qquad (7)$$

modul de lucru fiind identic cu cel descris la pct. 3.1.1.

3.1.3. $\rho_{FI} = 0$ şi $\rho_{FE}(\lambda) \neq 0$, ipoteză de lucru combinată şi cu o modificare constructivă în sensul că în *FE* se montează un geam opal (sau mat), care să completeze suprafaţa interioară a *SI*, *DRO* fiind plasat imediat în spatele acestuia ($D_{ie} = D_r$).

Cu menţiunea că $\rho_{FE}(\lambda)$ trebuie măsurat în geometria de măsurare $d/d$ şi notînd cu $\tau(\lambda)$ factorul spectral de transmisie al geamului opal (sau mat) măsurat în geometria de măsurare $d/0$, constanta de calibrare $k_3(\lambda)$ a *PAL* se poate scrie sub forma : (*Goebel* 1967) :

$$k_3(\lambda) = \frac{4D_{sf}^2 \cdot \left[1 - \rho(\lambda) \cdot \left(1 - \frac{D_{in}^2 + D_{ie}^2}{4 \cdot D_{sf}^2}\right) - \rho_{FE}(\lambda) \cdot \frac{D_{ie}^2}{4 \cdot D_{sf}^2}\right]}{\rho(^2) \cdot \tau(\lambda) \cdot s(\lambda) \cdot D_{ie}^2} \qquad (8)$$

Fotocurentul măsurat are, în acest caz, valoarea $I'_{ph} < I_{ph}$; ca urmare:

$$\Phi_{in}(\lambda) = k_3(\lambda) \cdot I'_{ph} \qquad (9)$$

3.2. *DRO montat la distanță față de FE*

La punctul 3.1.1. am încercat definirea unui așa numit „factor de transmisie", noțiune care caracterizează, însă, numai o feresastră de ieșire *FE* individuală a unei sfere integratoare *SI* și ignoră total faptul că puterea radiantă $\Phi_{ie}$ care „iese" prin *FE* se caracterizează printr-o distribuție lambertiană; de asemenea, am avansat ideea necesității utilizării noțiunii de radianță. *FE* poate fi considerată o sursă lambertiană circulară, dar aceasta are o radianță aparentă $L_{ie}(\lambda)$ întrucît suprafața radiantă reală este însăși suprafața interioară a *SI*.

Prin definiție, există, așadar, formula:

$$L_{ie}(\lambda) = L_{e,sf}(\lambda) = \frac{\Phi_{ie}(\lambda)}{\pi \cdot A_{ie}} \qquad (10)$$

în care $L_{e,sf}(\lambda)$ este radianța medie a acoperirii suprafeței interioare a *SI*.

În acest caz, pornind de la ipoteza de lucru că $\rho_{FI} = \rho_{FE} = 0$ (în care situație nu este necesar, ci, dimpotrivă, este contraindicat ca un geam mat — sau opal — să fie montat în *FE*), din formulele (2) și (10) rezultă formula:

$$\Phi_{in}(\lambda) = \frac{1}{\rho(\lambda)} \cdot \pi \cdot L_{e,sf}(\lambda) \cdot A_{sf} \cdot \left[1 - \rho(\lambda) \cdot \left(1 - \frac{A_{if}}{A_{sf}}\right)\right] \qquad (11)$$

Problema de soluționat constă, așadar, în măsurarea absolută a $L_{e,sf}(\lambda)$, respectiv în găsirea unei relații de legătură între $L_{e,sf}(\lambda)$ și $\Phi_r(\lambda)$, operația de măsurare decurgînd, în continuare, așa cum s-a arătat anterior (v. formula (1) și pct. 3.1.1.).

3.2.1. *DRO* montat la distanță față de *FE*, fără optică de transfer

Montajul experimental este arătat schematic în fig. 3 (tip „nonimaging system").

Pentru simplificare, centrul suprafeței ferestrei *FE* se găsește pe aceeași axă cu centrul suprafeței active a *PQED* (respectiv pe axa *SI*), iar planul *FE* este paralel cu planul acestei suprafețe. Distanța dintre *FE* și *PQED* este destul de mare pentru a nu interveni aici $\rho_r(\lambda)$, altfel decît intervine în formula de determinare a $s(\lambda)$ (*Feru* și *Ispășoiu* 1988).

Un studiu amănunțit al propagării și transferului energiei radiante este făcut în diferite lucrări din literatura de specialitate (*Grum* și *Becherer* 1979, *Born* și *Wolf* 1986). Varianta

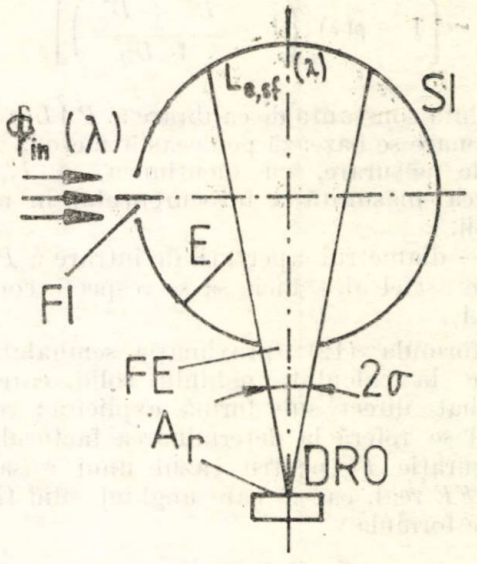



Fig. 3. Ansamblul sferă integratoare- detector de radiație optică montat la distanță.

*SI* — sferă integratoare; *DRO*— *PQED*; *E*— ecran; *FI* — fereastra de intrare; *FE* — fereastra de ieșire; $\Phi_{in}(\lambda)$ — puterea radiantă incidentă (de măsurat), $A_r$ — suprafața activă (sau a aperturii de intrare) a *PQED*; 2 σ — unghiul de acceptanță al *PQED*; $L_{e,sf}(\lambda)$ — radianța spectrală.

constructivă a mijlocului de măsurare pe care îl prezentăm în cadrul acestei lucrări ne permite să abordăm un caz particular al ecuației care descrie transferul de putere radiantă între două suprafețe, ecuație în care intervine și unghiul solid în care are loc acest transfer. Dacă radiația $L_{e,sf}(\lambda)$ este uniformă, suprafața interioară a *SI* constituie o sursă necoerentă de radiație optică și $A_{ie} \gg A_r$ (unde $A_r$ este aria suprafeței active sau a aperturii de intrare a *PQED*), atunci o soluție aproximativă a cazului general (*Grum* și *Becherer* 1979) — soluție care satisface condițiile menționate — este următoarea (*Carr* 1988):

$$\Phi_r(\lambda) = \frac{\pi^2}{4} \cdot L_{e,sf}(\lambda) \cdot D_r^2 \cdot \frac{D_{ie}^2}{D_{ie}^2 + 4 \cdot d^2} \qquad (12)$$

unde $d$ este distanța dintre *FE* și suprafața activă (sau suprafața aperturii de intrare) a *PQED*.

Așadar, din formulele (11) și (12) și pe baza formulei (1), utilizînd notațiile de mai sus, rezultă:

$$\Phi_{in}(\lambda) = k_4(\lambda) \cdot I''_{ph} \qquad (13)$$

unde :

$$k_4(\lambda) = \frac{4D_{sf}^2 \cdot (D_{ie}^2 + 4d^2)}{\rho(\lambda) \cdot s(\lambda) \cdot D_r'^2 \cdot D_{ie}^2} \cdot$$

$$\cdot \left[1 - \rho(\lambda) \cdot \left(1 - \frac{D_{in}^2 + D_{ie}^2}{4 \cdot D_{sf}^2}\right)\right] \qquad (14)$$

reprezintă constanta de calibrare a *PAL* a cărui funcţionare se bazează pe această metodă absolută de măsurare, cu menţiunea că $I_{ph}''$ este valoarea măsurată a fotocurentului în aceste condiţii.

$D_r'$ — diametrul aperturii de intrare a *PQED* — este astfel ales încît să se respecte condiţia $A_{ie} \gg A_r$.

În formula (12) aproximaţia semnalată intervine la calculul unghiului solid, care este exprimat direct sub formă explicită ; soluţia exactă se referă la determinarea factorului de configuraţie $F_r$ pentru cazul unui ansamblu *RDO-FE* real, caz în care unghiul solid $\Omega$ este dat de formula :

$$\Omega = \pi \cdot F_r \qquad (15)$$

Limitîndu-ne în această lucrare, (din motive ce vor deveni evidente din cele ce urmează), doar la aproximaţia expusă — formula (12) — menţionăm faptul că $F_r$ se utilizează în studiul transferului de energie radiantă între diverse tipuri de suprafeţe, existînd, în legătură cu aceasta, chiar şi soluţii prezentate sub formă tabelară.

3.2.2. *DRO* montat la distanţă faţă de *FE*, cu optică de transfer

Această soluţie tehnică ar putea fi utilizată în cazul măsurării unor puteri radiante mici, mai ales dacă *DRO* nu este neapărat un *PQED*. Subliniem aici faptul că pentru realizarea de etaloane secundare şi mijloace de măsurare de lucru de putere radiantă se pot construi aparate de măsurat a căror funcţionare să se bazeze pe unul din principiile expuse în această lucrare, care să nu fie dotate cu receptoare absolute de radiaţie optică, ci cu receptoare a căror responsivitate spectrală să fie determinată utilizînd ca etalon un receptor absolut şi o metodă relativă de etalonare clasică (*Corrons* şi *Zalewski* 1979).

Optica de transfer poate fi aşa — numita „imaging optics" (de exemplu un obiectiv realizat cu lentile, fig. 4) sau poate consta din fibre optice. În ambele cazuri, aproximaţiile care trebuie făcute în scopul găsirii unei relaţii de legătură între $L_{e,sf}(\lambda)$ şi $\Phi_r(\lambda)$ conduc la erori de măsurare suplimentare apreciabile.

Eficienţa unui sistem optic este, în general, funcţie de factorii de transmisie şi de reflexie ai componentelor optice, la care se adaugă fenomene de interreflexie etc. Influenţa tuturor acestor fenomene este dificil de evaluat cantitativ.

Experienţa lucrului cu radiometre absolute utilizate ca etaloane — de obicei primare —

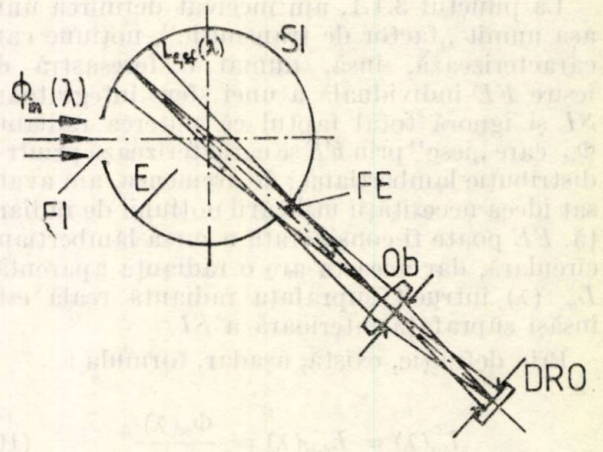



Fig. 4. — Ansamblul sferă integratoare — detector de radiaţie optică cu optică de transfer.

*SI* — sferă integratoare ; *DRO-PQED* ; *FI* — fereastra de intrare ; *FE* — fereastra de ieşire ; *Ob* — obiectiv ; $\Phi_{in}(\lambda)$ — puterea radiantă incidentă (de măsurat) ; $L_{e,sf}(\lambda)$ — radianţa spectrală ; *E* — ecran.

permite aprecierea că nu este recomandabilă şi nici nu se justifică folosirea unor astfel de mijloace de măsurare în conjuncţie cu sisteme optice de transfer. Rezolvarea exactă a unei astfel de probleme, din punct de vedere optic, ar putea fi interesantă, mai ales pe baza redefinirii conceptului de radianţă în spaţiul fazelor (*Nemeş* et al. 1988). Trebuie să menţionăm, totuşi, o excepţie, şi anume pe aceea a cazului powermetrelor absolute specializate utilizate la etalonarea powermetrelor pentru fibre optice (*Feru* et al. 1989).

## 4. Analiza comparativă a unor avantaje şi dezavantaje ale soluţiilor prezentate

Ipotezele de lucru prevăzute la pct. 3.1.1., 3.1.2. şi 3.1.3 presupun , din punct de vedere constructiv, montarea *DRO* în *FE*, aşa cum s-a menţionat, deja, la pct. 3.1. Această soluţie constructivă a fost experimentată prima. Ipoteza de lucru 3.2.1. presupune, din punct de vedere constructiv, montarea *DRO* la distanţă faţă de *FE* şi a fost, de asemenea, experimentată .

4.1. *Ipoteza de lucru de la pct.* 3.1.1.

În cazul real $\rho_{FE} \neq 0$, acesta fiind egal chiar cu factorul de reflexie al suprafeţei active a *PQED* ; valoarea sa este mult diferită de zero; în plus, reflexia este predominant oglindită (*Feru* şi *Ispăşoiu*

1988); ipoteza (iii) nu este respectată. Dezavantajul existent, în acest caz, este eliminat prin adoptarea soluției de la pct. 3.2.1.

În ceea ce privește $\rho_{FI}$, este evident că eventualele erori de măsurare specifice în ipoteza $\rho_{FI}=0$ pot fi ușor neglijate, întrucît $D_{in}$ este mic în comparație cu $D_{sf}$; remarcăm, totuși, că $D_{in}$ trebuie să fie suficient de mare pentru ca fasciculul laser să nu atingă *FI*, atît pentru a se asigura interceptarea întregului fascicul, cît și pentru eliminarea fenomenului de difracție pe marginea aperturii pe care o constituie *FI*. Acest fapt este valabil în toate cazurile la care ne referim în continuare și nu vom mai reveni asupra lui.

Fenomenul de difracție nu poate fi eliminat în cazul aperturii de intrare a *PQED*, sau în cazul *FE* și al aperturii de intrare a *PQED* în situația de la pct. 3.2.1, dar în cadrul acestei lucrări va fi neglijat. Motivul principal îl constituie faptul că erorile de măsurare introduse de acest fenomen sînt considerabil mai mici decît erorile introduse de toate aproximațiile luate în considerație la deducerea formulelor (2), (6), (8) și (12).

Relativa simplitate a formulei (5) se constituie, însă, într-un avantaj major, la care se adaugă și avantajul măsurării unor fotocurenți relativ mari (cu trei ordine de mărime mai mari decît în cazul soluției de la pct. 3.2.1), fapt care nu este de neglijat practic.

### 4.2. *Ipoteza de lucru de la pct.* 3.1.2.

Așa cum, deja, s-a remarcat este vorba, aici, doar de apariția unui nou termen în formula constantei de calibrare a *PAL*, urmare a luării în considerare a factorului de reflexie al suprafeței active a *PQED*. Ipoteza (iii) nu este, de asemenea, nici pe departe, satisfăcută, în acest caz (v. pct. 4.1.). În plus, la prima vedere, s-ar părea că acest nou termen, care implică luarea în considerare a rezultatului măsurării mărimii suplimentare $\rho_r(\lambda)$, ar conduce la erori de măsurare a $\Phi_{in}$ ($\lambda$) mai mari, ceea ce este corect din punct de vedere teoretic. În realitate, se constată obținerea unor rezultate experimentale mai bune explicabile prin faptul că formula (6) elimină aproximația care afectează formula (5). Dezavantajul existent îl reprezintă, așadar, reflexia predominant oglindă a suprafeței active a *PQED*.

4.3. Dezavantajul menționat în ultima parte a pct. 4.2 poate fi eliminat adoptînd soluția tehnică expusă la pct. 3.1.3. Această soluție nu a fost, încă, din păcate, experimentată de autori, din cauza lipsei unor instalații de măsurare absolută a mărimilor $\rho_{FE}(\lambda)$ și $\tau$ ($\lambda$) caracteristice geamului opal (sau mat). Despre termenul suplimentar care apare în formula (8) față de formula (5), afirmațiile făcute la pct. 4.2 rămîn valabile.

4.4. Ipoteza de lucru de la pct. 3.2.1 și soluția tehnică respectivă elimină toate dezavantajele menționate la punctele anterioare, și anume: problemele de la pct. 3.1.1 legate de $\rho_{FE}=0$ (care nu este însă zero) și cele de la pct. 3.1.2 cu $\rho_r(\lambda)\neq 0$ (reflexia fiind de tip oglindă, nu difuză, cum ar trebui). Sigur, în acest caz, $\rho_{FE}$ poate fi considerat zero, dacă mărimea $d$ din formula (12) are o valoare destul de mare, ceea ce permite să se poată considera că *FE* se comportă, (ca și *FI*), ca un corp negru.

Dezavantajul major, din punct de vedere constructiv, rezultă, în ipoteza de lucru analizată, din necesitatea respectării tuturor condițiilor impuse la pct. 3.2.1 pentru deducerea formulei (12); lui i se adaugă un dezavantaj de principiu, ca urmare a soluției aproximative a cazului general de transfer de putere radiantă între două suprafețe. Alt dezavantaj, uneori greu de neglijat, îl constituie faptul că această soluție tehnică ne obligă să măsurăm fotocurenți foarte mici, situație în care intervin complicații și, implicit, erori de măsurare specifice.

Remarcăm faptul că dacă în formula (14) $d=0$ (adică în situația în care se aduce *DRO* în *FE*, ceea ce conduce automat și la $D_{ie}=D'_r$), se obține formula (5).

## 5. Unele rezultate experimentale și concluzii

Experimentările din cadrul lucrărilor la care s-a făcut referire s-au efectuat utilizînd ca sursă de radiație optică, a cărei putere radiantă trebuia măsurată, un laser cu He-Ne cu fascicul paralel și îngust (în scopul de a se asigura posibilitatea comparării rezultatelor măsurărilor cu cele obținute cu alte tipuri de powermetre absolute care nu pot intercepta decît astfel de fascicule de radiație optică). Practic, rezultatele obținute aplicînd metoda absolută de măsurare expusă — în variantele de la pct. 3.1.1, 3.1.2 și 3.2.1 — au fost comparate cu rezultatul care a fost obținut în cadrul unor măsurări efectuate cu un tip de radiometru optic absolut devenit deja clasic (*Feru* și *Ispășoiu* 1988), calculîndu-se, pentru aceasta, diferența relativă $\delta$ dintre rezultate.

Modelul experimental al *PAL* a cărui funcționare se bazează pe metoda de măsurare absolută expusă are următorii parametri constructivi: $D_{sf}=160{,}0\pm0{,}1$ mm; $D_{in}=10{,}0\pm$ $\pm 0{,}1$ mm; $D_r=8{,}0\pm0{,}1$ mm; $D'_r=3{,}0\pm$ $\pm 0{,}1$ mm; $d=25{,}0\pm0{,}1$ mm;

$$\rho(\lambda)=0{,}95\pm0{,}01;\ s(\lambda)=0{,}260\pm$$
$$\pm\ 0{,}001\ \text{A.W}^{-1}\ \text{și}$$
$$\rho_r(\lambda)=0{,}140\pm0{,}001,\ \text{pentru}\ \lambda=632{,}8\ \text{nm}.$$

Fotocurenții măsurați sînt de ordinul a 1 μA, în cazurile de la pct. 3.1.1 și 3.1.2, și 3 nA, în cazul de la pct. 3.2.1.

*PQED* a fost conectat în circuitul unui convertor curent-tensiune (cu factor de conversie cunoscut) la ieșirea căruia este cuplat un voltmetru electronic numeric, indiferent de configurațiile capului de măsurare al aparatului de măsurat.

Sistemul de măsurare a $I_{ph}$ a fost același atît în cazul *PAL*, care face obiectul lucrării, cît și în cazul unui radiometru optic absolut clasic (*Feru* și *Ispășoiu* 1988), care a fost utilizat numai pentru comparare, *PAL* neavînd nevoie de un etalon de putere radiantă pentru calibrare.

Rezultatele experimentale obținute în cazurile de la pct. 3.1.1, 3.1.2 și 3.2.1 sînt următoarele :

— la pct. 3.1.1. : $\Phi_{in}(\lambda) = 309{,}9$ μW

$$\delta = \pm 2{,}48\%.$$

— la pct. 3.1.2 : $\Phi_{in}(\lambda) = 309{,}5$ μW

$$\delta = \pm 2{,}35\%$$

— la pct. 3.2.1 : $\Phi_{in}(\lambda) = 305{,}5$ μW

$$\delta = \pm 1{,}03\%$$

Așa cum era de așteptat, rezultatele experimentale obținute în cazul de la pct. 3.2.1 sînt cele mai bune. Explicația rezultă, deja, în mod evident, din cele prezentate la punctele anterioare; este însă foarte interesant de remarcat faptul că formulele (6) și (14) conțin termeni suplimentari față de formula (5), termeni pentru care se introduc erori de măsurare suplimentare; dar $\delta$ are, totuși, valoarea cea mai mică în cazul de la pct. 3.2.1.

Pentru un mijloc de măsurare absolut determinarea unei diferențe relative nu este însă relevantă, căci s-ar putea întîmpla să nu existe un alt mijloc de măsurare absolut pentru comparare. Din această cauză, studiul echilibrului unei „balanțe", care ar avea pe un taler aplicarea corectă și completă a unei teorii, iar pe celălalt taler consecința apariției unor termeni suplimentari, care pot induce, deși nu întotdeauna și nu obligatoriu, erori suplimentare de măsurare, este esențial pentru aplicarea unei astfel de metode absolute de măsurare, din care motiv poate face obiectul unei lucrări speciale.

Rezultatele preliminare prezentate, obținute cu modelul experimental de aparat de măsurat realizat de autori, deși perfectabile, îndreptățesc aprecierea că utilizarea unui astfel de mijloc de măsurare absolut este incontestabil justificată și necesară.

În cazurile concrete prezentate, analiza cauzelor erorilor de măsurare, în condiții de măsurare de referință, și a influenței acestora asupra rezultatelor măsurărilor cu *PAL* a condus la concluzia că cea mai mare influență asupra exactității măsurărilor puterii radiante a unor fascicule laser o au erorile de măsurare a diametrului sferei integratoare și erorile de măsurare a diametrelor ferestrelor de intrare și de ieșire ale acesteia. Așadar, este vorba, de fapt, de erorile de determinare a constantei aparatului de măsurat.

Se poate preciza că unele perfecționări constructive posibile pot conduce la îmbunătățirea semnificativă a exactității de măsurare a puterii radiante a unor fascicule laser. Este vorba, în primul rînd, de realizarea unei sfere integratoare cu caracteristici constructive de interes cît mai bune și, de asemenea, de măsurarea cu o incertitudine cît mai mică a acestor caracteristici.

Puterea radiantă maximă măsurabilă a unui fascicul laser depinde, în primul rînd, de densitatea de energie radiantă la care se poate distruge acoperirea interioară a sferei integratoare (aproximativ 1,7 J $\cdot$cm$^{-2}$); este posibilă, în vederea eliminării unor efecte de acest fel, utilizarea unor atenuatoare (avînd factorul spectral de transmisie măsurat tot printr-o metodă absolută), care să fie dispuse în fața ferestrei de intrare a sferei integratoare, luîndu-se, evident, măsurile ce se impun, în astfel de situații, pentru a se elimina orice erori de măsurare semnificative.

Cuvinte cheie Detector cuantic absolut, măsurare absolută, powermetru laser, putere radiantă, radiometru optic, radiometrie optică absolută, radiometrie laser, sferă integratoare.

Key words: Absolute measurement, absolute optical radiometry, absolute quantum detector, integrating sphere, laser powermeter, laser radiometry, optical radiometer, radiant power.

*BIBLIOGRAFIE*


[1] *Born, M., Wolf, E.*: Principles of Optics. Electromagnetic Theory of Propagation, Interference and Diffraction of Light, Sixth Edition, Pergamon Press, Oxford, 1986.

[2] *Carr, K.F.*: Integrating Sphere Flux Calculations, Labspheare Inc. Technical Notes, Number 1, p. 1, 1988.

[3] *Corrons, A., Zalewski, E. F.*: Detector Spectral Response form 350 to 1200 nm Using a Monochromator Based Spectral Comparator, NBS Technical Note 988, 1979.

[4] *Feru, V. M., Ispășoiu, Gh. P.* : Două tipuri de radiometre optice absolute realizate în I.N.M.B, Metrologia aplicată, vol. XXXV, nr. 4, p. 162, 1988.

[5] *Feru, V. M., Ispășoiu Gh. P., Podoleanu, A. Gh.* : Metodă de etalonare a powermetrelor pentru fibre optice, Calitate, fiabilitate, metrologie, vol. XXXVI, nr. 9—10, p. 278, 1989.

[6] *Goebel, D. G.*: Generalized Integrating Sphere Theory, Appl. Opt., Vol. 6, No. 1, p. 125, 1967

[7] *Grum, F., Becherer, R. J.*: Optical Radiation Measurements. Radiometry, Vol. 1, Academic Press, 1979

[8] *Iova, I., Feru, V. M., Ispășoiu, Gh. P*: Măsurarea absolută a puterii radiante a unor fascicule laser, Al II-lea Simposion „Contribuții ale tinerilor cercetători privind mecanizarea, automatizarea și electronizarea economiei naționale", București, 20 octombrie 1989.

[9] *Iova, I., Ispășoiu, Gh. P., Feru, V. M.* : Radiometrie optică aplicată — o schemă de ierarhizare a mijloacelor de măsurare, Colocviul Național de Optică, ediția a IV-a, Timișoara, 24 octombrie 1989.

[10] *Nemeș, G., Feru, V. M., Ispășoiu, Gh. P*: Phase space optical radiometry- an attempt, Third International Conference" Trends in Quantum Electronics", Bucharest, Romania, August 29-September 3, 1988.

[11] *Popescu, I. M., Ispășoiu, Gh. P., Feru, V. M.*: Unele considerații privind radiometria optică neconvențională, Colocviul Național de Optică, ediția a IV-a, Timișoara, 24 octombrie 1989.

[12] *Simionescu, M., Seucan, A., Maria, L., Ispășoiu, Gh. P.*: Spectroreflectometru I.N.M.B. pentru măsurarea absolută a factorului spectral de reflexie și a factorului spectral de radianță (sau luminanță), Metrologia aplicată, vol. XXXV, nr. 4, p. 169, 1988.

Oficiul de Stat pentru Calitate din Cadrul Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate a editat un „Buletin de informare și dialog pentru calitate" cu titlul „CALITATE MADE IN ROMANIA".

Periodul, de o înaltă ținută tehnică și grafică, abordează probleme actuale cu care se confruntă economia noastră în plină transformare, orientările existente pe plan mondial și în special în țările cu o economie de piață, noi orientări în asigurarea calității la noi în țară, problema certificării calității produselor și a capabilității unităților producătoare etc.

Deosebit de interesant ni se pare articolul de fond TENTAȚII ȘI CAPCANE ÎN PERIOADA DE TRANZIȚIE și în special finalul acestui articol care menționează „salvînd calitatea ne salvăm viitorul".

*Ioan Roman*

# Metrologia, încotro?

AUREL MILLEA*)

Măsurarea face parte din universul nostru cotidian, iar metrologia este cea care îi asigură suportul ştiinţific şi tehnic, astfel ca oricine, oricînd şi oriunde să poată avea încredere în rezultatele ei. Faptul că măsurarea este bazată pe unităţi de măsură definite convenţional, materializate prin etaloane care trebuie să fie concordante între ele pe plan naţional şi internaţional, face necesară o *activitate de metrologie* organizată şi, într-un anume sens, centralizată la nivelul întregii ţări. În toate statele lumii există *sisteme de asigurare metrologică*, menite să răspundă acestei nevoi.

Se pune, în momentul de faţă, întrebarea: corespund actualele reglementări şi structuri ale activităţii de metrologie noilor cerinţe ale economiei, supuse criteriilor de rentabilitate şi eficienţă, descentralizării şi competiţiei?

Prima obiecţie adresabilă legislaţiei metrologice din România este că ea prevede verificarea metrologică *obligatorie* a mijloacelor de măsurare (*MM*) din practic toate domeniile de activitate, inclusiv industria şi alte ramuri ale economiei, spre deosebire de marea majoritate a ţărilor străine, unde — în general — unităţile economice şi sociale răspund ele însele de corecta funcţionare a *MM* şi se îngrijesc de verificarea lor. Statul intervine, prin verificarea de către metrologii săi a *MM* şi controlul acestora, numai în cazul *MM* din domeniul sănătăţii publice, securităţii muncii şi vieţii, tranzacţiilor comerciale, expertizelor judiciare etc., în general în scopul protejării persoanelor fizice şi juridice împotriva efectului nociv al măsurărilor inexacte sau false.

Este clar că *MM* din întreprinderi *trebuie verificate* periodic, problema este doar dacă acest lucru să fie controlat de stat sau nu? Cred că opţiunea corectă este una singură: aşa cum fiecare întreprindere răspunde de întreaga sa producţie, de cantitatea şi calitatea produselor, de respectarea clauzelor contractuale, de termene etc., ea trebuie să răspundă şi de propria sa activitate de metrologie, fără de care nu va putea realiza produse corespunzătoare. Metrologia de stat este chemată să asigure întregul suport tehnic necesar verificării corecte a *MM* în fiecare întreprindere. Condiţia esenţială în acest scop este *trasabilitatea* fiecărui *MM*, adică racordarea sa la sistemul naţional de etaloane.

Demonstrarea şi implementarea trasabilităţii vor cădea în sarcina compartimentelor de metrologie din întreprinderi, iar metrologia de stat va trebui să asigure pentru aceasta etaloane de ordin superior şi instalaţii / sisteme de etalonare, norme, metodologii şi procedee şi, dacă este nevoie, laboratoare care să ofere condiţiile adecvate de etalonare/verificare.

Reiese de aici rolul preponderent de *prestator de servicii* al metrologiei naţionale, ale cărei servicii trebuie să fie solicitate de industrie (şi de alte sectoare de activitate) şi nu impuse prin lege. Desigur, legislaţia metrologică va trebui să păstreze o serie de prevederi privind autorizarea laboratoarelor şi a personalului de metrologie, stabilirea de taxe, acordarea aprobărilor de model, avizări de documentaţii, stabilirea unor norme de control. Dar va trebui să crească semnificativ *competenţa* instituţiilor de stat ale metrologiei, *solicitudinea* lor şi gradul lor de implicare în special în *cooperări*, lucrări complexe, licenţe şi alte operaţii pe bază de contracte, de importanţă deosebită sau de valoare ridicată, în care sînt stipulate condiţii bazate pe măsurări. În asemenea situaţii, părţile contractante solicită de regulă atestarea de către metrologia de stat a unor *MM*, a valorilor unor parametri sau caracteristici obţinute prin măsurări, ca o garanţie oficială a performanţelor prescrise.

Un rol important al metrologiei de stat va fi acela de *certificare a capabilităţii* laboratoarelor de metrologie din ţară. Modelul cel mai interesant pare a fi acela al organizaţiei „British Calibration Service" (BCS) din Anglia, care atestă nivelurile de precizie cu care pot efectua măsurări laboratoarele liber afiliate la această organizaţie. O dată atestate, laboratoarele — aparţinînd unor firme particulare — pot folosi ştampila BCS pe buletinele eliberate. La cîţiva ani de la înfiinţarea BCS, practic toţi producătorii de *MM* din Marea Britanie, şi chiar din alte ţări, au aderat la sistemul BCS, bucurîndu-se astfel de o încredere sporită din partea clienţilor.

Este necesar ca metrologia să-şi perfecţioneze şi sistemul *aprobărilor de model*, pentru *MM* fabricate în ţară sau importate. Obligativitatea acestor aprobări, pînă în prezent extinsă asupra tuturor tipurilor de *MM*, va trebui limitată asupra anumitor categorii de *MM*, cum sînt cele de importanţă deosebită sau cele din domeniile enumerate anterior (medicină,

* Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate

securitate, tranzacţii etc.). Vor exista însă numeroase tipuri de *MM* a căror aprobare de model va fi cerută de producători — aşa cum se întîmplă în alte ţări — din diferite motive, ca de exemplu în cazul unor *MM* cu performanţe ridicate, greu sau imposibil de testat în afara laboratoarelor naţionale de metrologie. Reglementarea aprobărilor de model, relativ greoaie în prezent, va trebui făcută flexibilă şi raţională, printre altele prin recunoaşterea aprobărilor de model acordate de instituţii metrologice străine la importul de *MM*, simplificarea încercărilor în cazul unor *MM* similare cu altele aprobate anterior etc.

Există mai multe domenii în care rolul metrologiei încă nu este pe deplin conturat. Un exemplu este acela al *sistemelor complexe de măsurare, asociate cu tehnică de calcul*, a căror atestare metrologică este uneori dificilă. Opinia multor specialişti este că acestea vor trebui proiectate astfel încît să fie uşor *testabile*, prevăzindu-se în acest scop programe speciale avizate de laboratorul de metrologie competent. Un alt exemplu ni-l oferă *mostrele etalon de substanţă*, utilizate pe scară largă la analizele fizico-chimice ca referinţă în toate măsurările efectuate. Certificarea acestor mostre nu se poate face cu ajutorul unui singur aparat sau într-un singur laborator; de obicei, pentru certificare se iau în consideraţie rezultatele obţinute în mai multe laboratoare, prelucrate după o metodologie unică şi expertizate de un for competent şi neutru, rol care în mod normal trebuie să revină metrologiei de stat.

În ansamblu, reorientarea activităţii de metrologie în România va trebui să aibă la bază noile realităţi ale vieţii economice şi să folosească experienţa statelor dezvoltate.


## ÎN ATENŢIA CITITORILOR REVISTEI!

**Anunţăm apariţia, începînd cu anul 1991, a următoarelor publicaţii tehnico-ştiinţifice periodice:**

**Revista „Calitate, fiabilitate" cu şase numere pe an, costul unui număr (preliminat) 20 lei, abonament anual 120 lei.**

**Revista „Metrologia aplicată" cu şase numere pe an, costul unui număr (preliminat) 20 lei, abonament anual 120 lei.**

**Actuala revistă „Calitate, fiabilitate, metrologie" îşi încetează apariţia o dată cu sfîrşitul anului 1990.**

# Mijloacele de măsurare cărora li s-a acordat aprobare de model în perioada ianuarie — iunie 1989 (II)

III. În domeniul: **VOLUME**

1. Teleindicator de nivel cu traductor rezistiv, tip TNTR-3, cu aprobarea provizorie de model nr. 1716/1989, pînă la data de 30.06. 1991, pentru Întreprinderea de Aparate Măsură și Control Otopeni.

Caracteristici principale:
— intervale de de măsurare: 0...2 m; 0... ...2,5 m; 0...3 m; 0...3,5 m; 0...4 m; 0... ...4,5 m; 0...5 m; 0...5,5 m; 0...6 m; 0... ...6,5 m; 0...7; 0...7,5; 0...8 m; 0...8,5 m; 0...9 m; 0...9,5 m; 0...10 m.
— valoarea diviziunii: 5% din mărimea intervalului de măsurare;
— eroarea de bază raportată, tolerată: ± 2,5%;
— semnal de ieșire: 2...10 mA;
— transmitere la distanță.

2. Volumetru respirator, tip VR-1, cu aprobarea provizorie de model nr. 3957/89, pînă la data de 31.12.1990, pentru Întreprinderea Industria Tehnică Medicală.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 0...99,9 $dm^3$;
— valoarea diviziunii: 0,1 $dm^3$;
— eroarea de bază relativă, tolerată: ± 5% ±0,1 $dm^3$;
— afișaj numeric

3. Traductor de nivel specializat în irigații, tip TNSI-01, cu aprobarea de model-prototip, nr. 4847, pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări — Filiala Bacău.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 0...100 mm;
— eroarea de bază raportată, tolerată: ±1,5%;
— semnale ieșire: în tensiune: 0...10 V
în curent: 4...20 mA
— are funcții de semnalizare și comandă.

4. Limnigraf, tip LG—2H, cu aprobarea provizorie de model nr. 4889, pînă la data de 31.12.1990, pentru Institutul de Meteorologie și Hidrologie — filiala Sibiu

Caracteristici principale:
— intervale de măsurare: 0...5 m; 0...7 m;
— eroarea de bază absolută, tolerată: ± 1cm, pentru intervalul 0...5 m și ± 2 cm, pentru intervalul 0...7m;
— are dispozitiv de înregistrare cu mecanism de ceas.

5. Centralizator de nivele, tip CN 1—12, cu aprobarea de model-prototip nr. 4906/1989, pentru Întreprinderea de Prototipuri și Elemente de Automatizare Ploiești.

Caracteristici principale:
— afișează centralizat indicațiile de la 12 aparate de măsurat nivele tip ANE.

6. Nivelmetru, tip ANE—H, cu aprobarea provizorie de model nr. 4946/89, pînă la data de 30.06.1990, pentru Întreprinderea de Prototipuri și Elemente pentru Automatizare Ploiești.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 0 ...20 m;
— eroarea de bază absolută, tolerată: ± 1 mm, în intervalul 0 ... 4 m; ± 1,5 mm, în intervalul 4 ... 7 m; ± 2 mm, în intervalul 7 ... 10 m; ± 3 mm, în intervalul 10 ... 15 mm ± 4 mm în intervalul 15 ... 20 m
— valoarea diviziunii: 1 mm;
— transmitere la distanță la un centralizator cu 12 posturi.

7. Instalație etalon pentru calibrarea cisternelor auto, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4956/1989, pentru Intreprinderea pentru Livrarea Produselor Petroliere „PECO" Slatina.

Caracteristici principale:
— cu măsuri de volum, etaloane secundare;
— interval de măsurare: 0,5 ... 25 $m^3$;
— eroare de calibrare: ± 0,2 %.

8. Autoalimentator, tip TZA—75—5335, cu aprobarea de model nr. 4971/89, import URSS.

Caracteristici principale:
— capacitatea cisternei: 7500 $dm^3$;

— dotată cu o instalaţie cu contor volumetric pentru măsurarea volumelor de produse petroliere;
— eroarea de bază relativă, tolerată: ± 0,5%;
— debit maxim: 150 m³/h;
— debit minim 15 m³/h.

9. Instalaţie etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4981/1989, pentru Institutul Naţional de Metrologie — Filiala Constanţa.
Caracteristici principale:
— valoarea diviziunii: 0,1 dm³;
— eroarea de bază relativă, tolerată: ± 0,2%
— debit maxim: 250 dm³/h:
— debit minim: 25 dm³/h;
— are dispozitiv integrator.

10. Instalaţie etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4982/1989, pentru Institutul Naţional de Metrologie — Filiala Constanţa.
Caracteristici principale:
— instalaţia are aceleaşi caracteristici ca cea de la pct. 9.

11. Instalaţie etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4983/1989, pentru Fabrica de Bere Griviţa.
Caracteristici principale:
— instalaţia are aceleaşi caracteristici ca cea de la pct. 9.

12. Instalaţie etalon cu contor pentru lichide cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4984/1989, pentru Fabrica de Bere Constanţa.
Caracteristici principale:
— instalaţia are aceleaşi caracteristici ca cea de la pct. 9.

13. Echipament pentru livrarea produselor petroliere în staţiile PECO, tip ALPO, cu aprobarea de model — prototip nr. 4985/1989, pentru Institutul de Cercetări şi Proiectări pentru Epurarea Apelor Reziduale.
Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 0 ... 1000 dm³;
— valoarea diviziunii: 0,01 dm³;
— eroarea de bază relativă tolerată: ± 0,5%;
— debit maxim: 60 dm³/min;
— transmitere la distanţă şi comandă electronică pentru echipamentul de distribuţie.

14. Instalaţie etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 19/5010/1989, pentru Intreprinderea Agricolă de Stat Medgidia.
Caracteristici principale:
— instalaţia are aceleaşi caracteristici ca cea de la punctul 9.

15. Instalaţie etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 20/5011/ 1989, pentru Intreprinderea de Vinificaţie şi Produse Spirtoase Cluj.
Caracteristici principale:
— instalaţia are aceleaşi caracteristici ca cea de la pct. 9.

IV. În domeniul: **MASE**

1. Dozator gravimetric mobil, tip MB — J — — 108, cu aprobarea de model-prototip nr. 4029/1989, pentru Balanţa Sibiu.
Caracteristici principale:
— limita maximă: $L_{max}$ = 3000 kg
— limita minimă: $L_{min}$ = 100 kg
— valoare diviziune: $d$ = 10 kg
— clasă de exactitate: precizie medie (III)

2. Basculă semiautomată transportabilă de 500 kg, tip MB—O—01/33, cu aprobarea proviziorie de model nr. 4246/1989 pînă la data 31.12.1990, pentru Fabrica de Aparate de Măsură şi Control — Turnu Severin.
Caracteristici principale:
— limita maximă: $L_{max}$ = 500 kg
— limita minimă: $L_{min}$ = 25 kg
— valoare diviziune: $d$ = 500 g
— clasă de exactitate: precizie medie: (III)

3. Basculă semiautomată pod de cale ferată 100 t cu 2 platforme, (10 × 10 m), tip MB—P—119, pentru Fabrica de Aparate de Măsură şi Control — Drobeta Turnu Severin.
Caracteristici principale:
— limita maximă: $L_{max}$ = 100 t
— limita minimă: $L_{min}$ = 1 t
— valoare diviziune: $d$ = 100 kg
— clasă de exactitate: precizie medie (III)

4. Mase etalon secundar ordinul III de 500 g. ... 1 mg, tip A, cu aprobare de model-prototip nr. 34/4583/1989, pentru Institutul Naţional de Metrologie, filiala Cluj Napoca.
Caracteristici principale:
— limita maximă: $L_{max}$ = 500 g
— limita minimă: $L_{min}$ = 1 mg
— clasă de exactitate: etalon secundar ordinul (III)
— material pentru seria 500 g ... 1 g: oţel inoxidabil paramagnetic;
— material pentru piesele 500 mg ... 10 mg: alpaca
— material pentru piesele 5 mg ... 1 mg: aluminiu

5. Aparat de măsurare a rotaţiilor corespunzătoare unei cantităţi de combustibil consumate, cu aprobarea de model-prototip nr. 4738/1989 pentru Institutul Naţional de Motoare Termice — Bucureşti.
Caracteristici principale:
— doze programate: 120 g sau 60 g
— eroarea relativă pentru măsurarea cantităţii de combustibil: ± 0,85 %
— eroarea tolerată pentru măsurarea numărului de rotaţii: ± 0,1%
— eroarea tolerată la indicaţia analogică: ± 10%
— intervalul de timp pentru măsurarea unei doze de combustibil: 30 ... 60 s
— semnalul de ieşire la traductorul de diferenţă de presiune: 4 ... 20 mA

— fluidul de încercare : motorină

6. Basculă semiautomată de 20 kg pentru purcei, tip MB—S—167, cu aprobare de model-prototip nr. 4756/1989, pentru ICSITMFS-filiala Sibiu

Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max} = 20$ kg
— limita minimă : $L_{min} = 0{,}2$ kg
— valoare diviziune : $d = 20$ g
— clasă de exactitate : precizie inferioară (IIII)

7. Balanță clasă 4 de 200 g electronică, tip MB—Z—538, cu aprobarea de model-prototip nr. 4848/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule — filiala Sibiu.

Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max} = 200$ g
— limita minimă : $L_{min} = 1$ g
— valoare diviziune : $d = 0{,}02$ g
— clasă de exactitate : precizie superioară (II)

8. Balanța semiautomată specială pentru unt tip MB—Z—011, cu aprobarea de modul-prototip nr. 4849/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule — filiala Sibiu.

Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max} = 27$ kg
— limita minimă : $L_{min} = 26$ kg
— valoare diviziune : $d = 5$ g
— clasă de exactitate : precizie medie (III)

9. Basculă romană stabilă de 3000 kg pentru cîntărirea animalelor în grup, tip MB—N—100, cu aprobarea provizorie de model nr. 4856/1989 pînă la 31.12.1991, pentru Fabrica de Aparate Măsură și Control Drobeta — Turnu Severin.

Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max} = 3000$ kg
— limita minimă : $L_{min} = 100$ kg
— valoare diviziune : $d = 2$ kg
— clasă de exactitate : precizie medie (III)

## V. În domeniile: FORTE. DURITĂȚI

1 Traductor electroacustic de presiune totală, tip TPT, cu aprobarea de model nr. 3203/1989 pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 5 ... 75 daN/cm²
— valoare diviziune : $d = 2$ daN/cm²
— clasă de exactitate : 4 (raportată la limita maximă de măsurare)

2. Instalație de măsurat forțe de laminare, cu traductoare magnetoelastice dreptunghiulare pentru reglare/indicare, cu aprobarea provizorie de model nr. 4680/1989 pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Motoare, Transformatoare și Aparataj Electric Craiova.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 1 ... 16 MN
— valoare diviziune : $d = 100$ kN
— clasă de exactitate : 0,5 (raportată la limia maximă de măsurare.)

3. Limitator electronic de sarcină cu traductor în arbore, cu membrană, LES—TA—M, cu aprobarea provizorie de model nr. 4945/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Motoare, Transformatoare și Aparataj Electric Craiova.

Caracteristici principale :
— sarcina nominală : 50 kN
— clasă de exactitate : 2,5 (raportată la valoarea sarcinii nominale).

4. Aparat de verificat arcuri elicoidale de tracțiune și compresiune, cu aprobarea de model prototip nr. 4994/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică tru Mecanică Fină și Scule, filiala Sibiu.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 40 ... 200 daN și 200 ... 1000 daN
— valoare diviziune : $d_1 = 0{,}5$ daN, respectiv $d_2 = 1$ daN
— clasă de exactitate : 1 (definită prin erori relative tolerate de justețe, respectiv fidelitate).

5. Dispozitivul pentru calibrarea traductoarelor de moment tip DETM 100, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 5001/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule București.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 5 ... 100 Nm
— incertitudine de măsurare: $\pm 0{,}2$ %

6. Torsiodinamometru de laborator cu traductoare tip CT 100 și CT 500, cu aprobarea provizorie de model nr. 3715/1989 pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică UMMR Timișoara.

Caracteristici principale:
— sarcini nominale 100 daNm; 500 daNm
— valoare diviziune: $d_1 = 1$ daNm și $d_2 = 2$ daNm
— clasă de exactitate: 0,2

## VI. În domeniul: PRESIUNI

1. Manometrul indicator Ø 80 mm, tip MS 11, cu aprobarea de model nr. 3106/89, pentru Intreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare de la 0...10 la 0...16 bar
— clasă de exactitate : 1,6
— element elastic : tub Bourdon

2. Manometru indicator Ø 160 mm, cu aprobarea de model nr. 3796/1989, pentru Intreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : de la 0 ... 160 mbar la 0 ...1 bar
— clasă de exactitate : 1,6
— element elastic : membrană
— execuţie *G* : din inox.

3. Manometre indicatoare Ø 160 mm, tip MMS 4/25 R şi MMSE 5 TR, cu aprobarea provizorie de model nr. 4050/1989 pînă la data de 30.06.1990 pentru Intreprinderea de Aparate Măsură şi Control Otopeni.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ...2,5 bar
— clasă de exactitate : 2,5
— cu membrană de separaţie.

4. Detector de neetanşeităţi portabil Helion 10, tip DNP—MS—1, cu aprobarea provizorie de model nr. 4552/1989, pînă la 31.12.1990, pentru Institutul de Fizică şi Tehnica Aparatelor cu Radiaţii Măgurele.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : $5 \cdot 10^{-11} \ldots 5 \cdot 10^{-6}$ $Pa \cdot m^3 \cdot s^{-1}$
— eroare de bază relativă toleratā : —70 ... +200%

5. Manometre indicatoare Ø 50, Ø 60 şi Ø 80 mm, cu aprobarea provizorie de model nr. 12/4844/1989, pînă la data de 29.08.1989 pentru Intreprinderea Mecanică Fină Bucureşti.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : de la 0 ...1 la 0 ...400 bar
— clasă de exactitate : 2,5
— element elastic : tub Bourdon
— cu mecanism din material plastic.

6. Manometre indicatoare Ø65 mm, cu aprobarea provizorie de model nr. 4891/4892/1989, pînă la data de 31.03.1990, pentru Intreprinderea de Aparate Măsură şi Control Vaslui.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : de la 0 ...4 la 0 ...100 bar
— clasă de exactitate : 2,5
— antivibrator
— cu 1 şi 2 racorduri.

7. Manometru indicator de presiune diferenţială, cu aprobarea provizorie de model nr. 4903/1989, pînă la data de 31.12.1989, pentru Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină şi Scule Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ...7 bar
— clasă de exactitate : 2,5
— cu contacte electrice (REED)
— execuţie CNE

8. Traductor de presiune pentru instalaţia de dializă, cu aprobarea provizorie de model nr. 4934/1989, pînă la data de 30.06.1990, pentru Intreprinderea de Orologie Industrială Arad.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : —400 ...+400 mm Hg
— clasă de exactitate : 2,5
— element elastic : membrană

9. Manometre indicatoare Ø 130 şi Ø180 mm, pentru noroi de foraj, cu aprobare provizorie de model nr. 7/4942/1989, pînă la data de 31. 12.1990, pentru Intreprinderea de Aparate Măsură şi Control Vaslui.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : de la 0 ...60 la 0 ...800 bar.
— clasă de exactitate : 2,5
— element elastic : tub Bourdon

10. Manometre etalon indicator Ø 250 mm, de presiune relativă tip MER 014, cu aprobare de model-prototip nr. 4957/1989, pentru Intreprinderea de Elemente Pneumatice şi Aparate Măsură Bîrlad.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ...1,4 bar
— clasă de exactitate : 0,1.
— element elastic : capsulă.

11. Manometrul indicator Ø 60 mm cu aprobare provizorie de model nr. 4987/1989 pînă la 31.12.1990 pentru Intreprinderea Mecanică Fină Bucureşti.

Caracteristici principale
— interval de măsurare : 0 ...4 bar
— clasă de exactitate : 1,6
— element elastic : tub Bourdon
— execuţie : CNE.

VII. În domeniile: **DEBITE** şi **VITEZE LINIARE**

1. Ansamblu diafragmă, cu aprobarea de model nr. 3744/3678/1989 ,pentru Intreprinderea de Traductoare şi Regulatoare Directe Paşcani.

Caracteristici principale :
— dimensiuni şi toleranţe : conform prevederilor din STAS 7347/1—83 ;
— execuţie : *G*
— materiale : OL 37.3. ; W 4541 ; OLC 25—N II ; W4571 şi G 52/28.

2. Traductor tip morişcă hidraulică, cu aprobarea provizorie de model nr. 4173/1989 pînă la 30.09.1990, pentru Institutul de Meteorologie şi Hidrologie Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0,03 ...4 m/s ;
— viteza măsurată se calculează cu ajutorul unei relaţii matematice ;
— eroarea de bază relativă toleratā : $\pm 2{,}5\%$ pentru $v < 0{,}25$ m/s şi $\pm 2\%$ pentru $v \geqslant 0{,}25$ m/s ;
— fluid de lucru : apa.

3. Calculator pentru integrarea debitului şi a energiei termice tip KET 82—1 ; KET 82—2 ; KET 82—3, cu aprobarea provizorie de model

nr. 4301/89 pînă la data de 31.12. 1989, pentru Intreprinderea de Traductoare și Regulatoare Directe Pașcani.

Caracteristici principale :

— destinație :

— KET 82—1 pentru integrarea fluxului termic și a debitului pentru apă fierbinte din punctele termice ;

— KET 82—2 idem, pentru apă caldă de încălzire ;

— KET 82—3 idem, pentru apă caldă menajeră

— intervale de măsurare :

— pentru KET 82—1 : $\Delta t = 5 \ldots 100°C$, $t_{tur} = 30 \ldots 150°C$, $t_{retur} = 25 \ldots 130°C$, $Q = 0{,}5 \ldots 490$ dm³/s ;

— pentru KET 82—2 : $\Delta t = 2 \ldots 20°C$, $t_{tur} = 7 \ldots 100°C$, $t_{retur} = 5 \ldots 98°C$, $Q = 0{,}5 \ldots 490$ dm³/s ;

— pentru KET 82—3 : $\Delta t = 10 \ldots 80°C$, $t_{tur} = 25 \ldots 85°C$, $t_{retur} = 5 \ldots 30°C$, $Q = 0{,}5 \ldots 490$ dm³/s.

— eroarea de bază relativă tolerată :

— pentru integrarea fluxului termic la verificarea prin simulare, la cele 3 tipuri de calculatoare :

$2 \leqslant t < 10°C = \pm 5\%$

$10 \leqslant t < 20°C = \pm 4\%$

$20 \leqslant t < 100°C = \pm 2\%$

— pentru integrarea debitului : $\pm 1\%$

— are numărător cu cîte 6 tamburi pentru integrarea fluxului termic, a intervalului de timp și a debitului ;

— integratorul de debit este opțional ;

— are indicatoare locale de diferență de temperatură (°C) și de debit (%) ;

— se poate livra cu termorezistențe Pt 100 și traductoare electromagnetice de debit cu diametrul de 10...800 mm.

4. Traductor anemometric tip RA—01, cu aprobarea provizorie de model nr. 4709/1989 pînă la 31.07.1989, pentru Intreprinderea Electrocontact Botoșani.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 5...2 m/s ;

— valoare diviziune : 0,5 m/s ;

— eroare de bază raportată tolerată : ±5%.

5. Traductor enmometric cu cupe tip AC-01, cu aprobarea provizorie de model nr. 4886/1989 pînă la data de 31.12.1990, pentru Institutul de Meteorologie și Hidrologie București.

Caracteristici principale :

— mărimea de ieșire : frecvență, proporțională cu viteza curenților de aer ;

— interval de măsurare : 0,5...50 m/s ;

— eroare de bază relativă tolerată :

— pentru $0{,}5 \leqslant v \leqslant 1$ m/s = ±20%

— pentru $1 \leqslant v \leqslant 50$ m/s = ±5%

— fluid de măsurat : aer.

6. Contor cu roți ovale dințate tip DN 100-Bz, cu aprobarea provizorie de model nr. 4992/1989 pînă la 31.03.1991, pentru Întreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 300...3 000 dm³/min ;

— valoarea diviziunii : $d = 1$ dm³ ;

— eroarea de bază relativă tolerată pentru măsurarea volumului : ±1%

— pierdere de presiune tolerată : 0,8 bar ;

— fluid de lucru : apa ;

— diametru : 100 mm ;

— material cameră de măsurare și roți dințate ovale : bronz.

7. Tunel aerodinamic pentru măsurarea debitului de aer pînă la 100.000m³/h, cu aprobarea de model nr. 4921/1989, pentru Întreprinderea de Traductoare și Regulatoare Directe Pașcani.

Caracteristici principale :

— intervale de măsurare :

— 29 000...49 000 m³/h și

— 49 000...98 000 m³/h ;

— eroare de bază relativă tolerată : ±2,5% ;

— diametrul conductei : 1 000 mm, respectiv 1 500 mm iar în zona de măsurare 800 mm ;

— fluid de lucru : aer.

8. Contor de biogaz tip CB-50 cu aprobarea de model-prototip nr. 4932/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 30...180 m³/h ;

— eroare de bază relativă tolerată a volumului : ±5%

— diametrul contorului : 50 mm ;

— fluid de verificare metrologică : aer.

9. Rotametru tip ROTROM —I—$D_n$ 100.2V 2A, cu aprobarea de model-prototip nr. 4947/1989 pentru Întreprinderea de Aparate Măsură și Control București.

Caracteristici principale :

— intervale de măsurare : 1500...6 000 kg/h respectiv 5800...25 000 kg/h ;

— valoare diviziune : $d_1 = 50$ kg/h, respectiv $d_2 = 400$ kg/h

— eroare de bază raportată tolerată : ±2% ;

— diametrul rotametrului : 100mm ;

— material tub tronconic și plutitor : sticlă, respectiv oțel inoxidabil ;

— fluid de lucru : apa

VIII. În domeniul : **TIMP—FRCVENȚĂ**

1. Converter frecvență-curent. tip OA—001—75, cu aprobarea de model nr. 3966/1989, pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice — filiala Craiova.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...75 Hz

— eroarea de bază raportată tolerată : ± ±0,5%

— curentul de ieșire : 0...20 mA

2. Cronometru cu două canale, tip AT-274, cu aprobarea provizorie de model nr. 4725/1989 pînă la 31.12.1990, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Echipamente Mecanice.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 1...999 999 μs
— valoare diviziune : 1 μs
— eroare de bază tolerată : $\pm 0{,}02‰$
— datele măsurărilor pot fi transmise la un calculator
— poate măsura independent pe cele două canale

3. Ceasornic de mînă mecanic cu calendar pentru bărbați, tip SB1ZB, cu aprobarea provizorie de model nr. 4919/1989 pînă la 31.08.90 pentru Întreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 24 ore
— valoare diviziune : 1s
— mers zilnic : — 30...+ 45 s/zi

4. Frecvențmetru indicator de rețea, tip FIR 2, cu aprobarea provizorie de model nr. 4921/1989 pînă la 31.12.1990, pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 40...60 Hz
— rezoluție : 0,01 Hz
— eroare de bază tolerată : ±0,02 Hz
— aparatul este prevăzut cu un ceasornic electronic încorporat avînd mersul zilnic ± 1 s/zi.

5. Mecanism de ceasornic cu cuarț tip 172/1 cu aprobarea provizorie de model nr. 4950/1989 pînă la 31.10.1990 pentru Întreprinderea de Ceasuri "Victoria" Arad.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 24 ore
— valoare diviziune : 1s
— mers zilnic : ±1 s/zi

6. Aparat pentru încercarea capselor electrice de înaltă intensitate cu aprobarea de model prototip nr. 4974/1989 pentru Institutul de Cercetări Științifice pentru Protecția Muncii București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 1...99,99 ms
— durata impulsului poate fi prestabilită în intervalul 1...99,99 ms. Aparatul conține două cronometre digitale încorporate ; unul măsoară durata impulsului cu o rezoluție de ± 0,01 ms iar celălalt întîrzierea cu o rezoluție de ± 0,1 ms. Intensitatea curentului debitat : 15...25 A.
— eroare de bază tolerată pentru durata impulsului : $\pm 0{,}05 \pm 10^{-4} \cdot t$, $t$ = durata impulsului
— eroare de bază tolerată pentru timpul de întîrziere : $\pm 0{,}5 \pm 10^{-4} \cdot t$, $t$ = timp de întîrziere.

IX. În domeniul : **MĂRIMILOR ELECTROMAGNETICE**

1. Aparat magnetoelectric de panou tip 2MP 120 cu aprobare provizorie de model nr. 171/1989 pînă la 28.02.1991 pentru Întreprinderea de Aparate Electrice de Măsurat Timișoara.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0...150 μA
— valoare diviziune : $d = 5$ μA
— clasă de exactitate : 1,5.

2. Simulatoare de termocuplu tip ST 9—10—11—12—14—15—16 cu aprobarea provizorie de model nr. 4406/1989 pînă la 30.06.1991 pentru Institutul Național de Metrologie București.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : — 200...+ 600°C pt. tip ST 9
—200...+1100°C pt. tip ST 10
— 0...+ 1600°C pt. tip ST 11
— 50...+ 800°C pt. tip ST 12
— 200...+ 400°C pt. tip ST 14 și 15
— 200...+ 700°C pt. tip ST 16
— eroare de bază tolerată : ±2°C pt. tipurile ST 9—10—12—14—16
±1°C pt. tipul ST 15
±3°C pt. tipul ST 11

3. Multimetru digital de sistem tip E 0309 cu aprobarea provizorie de model nr. 4450/1989 pînă la data 30.11.1990 pentru Întreprinderea de Aparate Electronice de Măsurat și Industriale București.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare :
*a*) 0...0,2 V ; 0...2 V ; 0...20 V ; 0...200 V ; 0...1 000 V ; pe funcția de măsurare a tensiunii în curent continuu
*b*) 0...2 V ; 0...20 V ; 0...200 V ; 0...350 V pe funcția de măsurare a tensiunii în curent alternativ
*c*) 0...0 2 kΩ ; 0...2 kΩ ; 0...20 kΩ ; 0...200 kΩ ; 0...2 000 kΩ ; 0...20 000 kΩ pe funcția de măsurare a rezistenței
*d*) — 199,9...+ 800° C pe funcția de măsurare a temperaturii
— eroare de bază tolerată :
*a*) ±(0,02% ct + 4 unit.) pe intervalul 0...0,2 V
±(0,01% ct + 2 unit.) pe intervalele 0...2 V și 0...20 V
±(0,05% ct + 3 unit.) pe intervalele 0...200 V și 0...1 000 V

*b*) ±(0,5% ct + 15 unit.) pe intervalul de frecvență 50 Hz...1 kHz
±(1% ct + 15 unit.) pe intervalul de frecvență 1...50 kHz
±(3% ct + 50 unit.) pe intervalul de frecvență 50...100 kHz

*c*) ±(0,05% ct + 6 unit.) pe intervalul 0...0,2 kΩ
±(0,02% ct + 4 unit.) pe intervalele 0...2 kΩ; 0...20 kΩ; 0...200 kΩ
±(0,1% ct + 4 unit.) pe intervalul 0...2 000 kΩ
±(0,5% ct + 10 unit.) pe intervalul 0...20 000 kΩ

*d*) ±1,5° C.

(S-a notat prin „ct" valoarea citită).

4. Traductor de tensiune cu domeniul inițial comprimat tip TETAU-DIC-M, cu aprobare provizorie de model nr. 42/5023/1989 pînă la 01.12.1990 pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice București.

Caracteristici principale:
— intervale de măsurare: 80...120 V c.a. (intrare) și 0...10 V c.c. (ieșire);
— clasa de exactitate: 0,5 (eroarea de bază tolerată se raportează la limita maximă de măsurare)

5. Transformator de curent clește tip TC-600 cu aprobare provizorie de model nr. 9/169/1989 pînă la 31.12.1990 pentru Întreprinderea de Aparate Electrice de Măsurat Timișoara.

Caracteristici principale:
— curenți nominali primari: 10; 15; 25; 30; 50; 60; 100; 150; 250; 300 500 și 600 A.
— curenți nominali secundari; 1; 1,5; 2,5; 3; 5; 6; 10 15; 25; 30; 50 și 60 mA;
— raport de transformare: 10 000 : 1
— clasa de exactitate: 3 (eroarea de bază tolerată se raportează la limita maximă de măsurare).

6. Voltmetru magnetoelectric de tablou cu ax central și redresor tip 3 MC 144 cu aprobare provizorie de model nr. 170/1989 pînă la 31.12.1989 pentru Întreprinderea de Aparate Electrice de Măsurat din Timișoara.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 1 V
— clasa de exactitate: 1,5 (eroarea de bază tolerată se raportează la limita maximă de măsurare).

7. Traductor de tensiune modernizat tip TETA-U-M cu aprobare provizorie de model nr. 4696/2/1989 pînă la 31.07.1990 pentruInstitutul de Cercetări și Modernizări Energetice București.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 0...100 A c.a. și 0...10 V ieșire c.c.
— clasa de exactitate: 0,5 (eroarea de bază tolerată se raportează la limita maximă de măsurare).

8. Ampermetru electromagnetic de tablou cu ax central tip 3-EC-96 cu aprobarea provizorie de model nr. 4845/1989 pînă la 31.12.1989 pentru Întreprinderea de Aparate Electrice de Măsurat Timișoara.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 0...150 A;
— valoarea diviziunii: 10 A (scară neuniformă);
— clasa de exactitate: 1,5 (eroarea de bază tolerată se raportează la limita maximă de măsurare).

9. Transformator de măsură de curent tip $CIRS_{01}$-$N_3$-17 5B-1600/5 A; tip $CIRS_{01}$-$N_3$-17 5 C-40/5/5 A tip $CIRS_{01}$-$N_3$-12 kV—600/5 A; tip $CIRS_{01}$-$N_3$-17 5 kV—1600/5/5 A (clasă de exactitate 0,5) cu aprobare de model nr. 4966/1989 pentru Întreprinderea Electroputere Craiova.

10. Transformator de măsură de curent tip $CIRT_0$-36 kV—400/1 A; tip $CIRT_{Im}$-12 kV—750/5A; tip $CIRT_{Im}$-12 kV—2000/5/5 A; tip CIRT-BC-17 5 kV—10 000/5/5 A; tip $CIRT_i$-$N_3$—0,72 kV—4000/5A; tip CIRT-0, 72 kV—10 000/1 A (clasă de exactitate 0 5 iar pentru ultimele două tipuri clasă 1) cu aprobare de model nr. 4967/1989 pentru Întreprinderea Electroputere Craiova.

11. Transformatoare de măsură de curent, tip $CIRS_i$—17,5 kV—50/5A; tip $CIRS_i$—17,5kV—200/5 A; tip $CIRS_0$-24 kV—50/5 A; tip $CIRS_0$-12 kV—2 × 100/5 A; tip $CIRS_0$-24 kV—200/5 A; tip $CIRS_0$-24 kV—300/5 A (clasă de exactitate 0,5) cu aprobare de model nr. 4968/1989 pentru Întreprinderea Electroputere Craiova.

12. Transformator de măsură de tensiune tip $TIRM_0$-$G_{20}$-15k V; tip $TIRM_0$-$G_{20}$-17,5 kV; tip $TEM_0$-72,5 kV (clasă de exactitate 0,5) cu aprobarea de model nr. 4969/1989 pentru Întreprinderea Electroputere Craiova.

13. Transformator de măsură de curent tip $CES_0$-72, 5 kV-400/5 A; tip $CESU_h$ 170 kV—500/1/1/1 A; tip $CESUM_s$-400 kV —2 000/1/1 A (clasă de exactitate 0,5) cu aprobarea de model nr. 4970/1989 pentru Întreprinderea Electroputere Craiova.

14. Militeslametru cu traductor cu modulație magnetică tip BF 1.1 cu aprobarea provizorie de model nr. 5007/1989 pînă la data de 04.04.1991, pentru Institutul Național de Metrologie București;

Caracteristici principale:
— intervale de măsurare: 0...0,1 mT; 0...0,3 mT; 0...1 mT; 0...3 mT.
— limita minimă de măsurare: 4 μT
— valoare diviziune: 2 μT; 6 μT; 20 μT respectiv 60 μT
— clasa de exactitate: 2,5.

15. Echipament tensometric cu comutare rapidă tip ET-100, cu aprobarea de model unicat 4952/23.02.89, pentru Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Electronică Bucureşti.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare 0,5...50 mV/V
— eroare: ±0,3% ct ±0 2% cs
— rezoluţie: 3 sau 4 cifre
— nr. maxim de puncte: 100
— plaja de echilibrare automată ±5 mV/V sau ±25 mV/V
— rezoluţia echilibrării automate 0,6 μV/V în plaja 5 mV/V şi 3 μV/V în plaja 25 mV/V.
— traductoare utilizate:
— rezistive cu $R = (100...1\,000)\ \Omega$ sau
— inductive cu $L = (5...20)$ mH
(s-au notat prin „ct" valoarea citită iar prin „cs" capul de scară)

16. Osciloscop tip *E* 01 09 *L* cu aprobarea provizorie de model 3903/30.06.89 pînă la 31.12. 1989 pentru Întreprinderea pentru Aparate Electronice de Măsurat şi Industriale Bucureşti.

Caracteristici principale:
*Pentru amplificatorul vertical*
— două canale
— coeficienţi de deviaţie verticală 2 mV/div la 10 V/div în trepte, scara 1—2—5.
— eroarea de bază tolerată: ±5%
— bandă de trecere: 0...15 MHz
— impedanţă de intrare 1 MHz/36 pF
*Pentru baza de timp*
— coeficienţii de baleiaj: 0,2 μs/div la 0,5 s/div în trepte 1—2—5.
— eroarea de bază tolerată: ±5%
— extindere × 10
— mod de funcţionare: AUTO, DECLANSAT, TV.

---

A apărut periodicul Asociaţiei pentru Protecţia Consumatorilor, asociaţie care apără pe toţi cetăţenii ţării noastre împotriva mărfurilor, prestaţiilor tehnice şi serviciilor de proastă calitate. Titlul periodicului „23.000.000 CONSUMATORI, JUDECĂTORI AI CALITĂŢII" sugerează scopul de bază al acestei asociaţii (legal constituită în baza HOTĂRÎRII nr. 500/20.02.1990 a Judecătoriei sectorului nr. 1 Bucureşti) de a apăra pe toţi cei 23 milioane de cetăţeni ai ţării noastre de achiziţionarea produselor necorespunzătoare calitativ, de la laptele sugarilor şi pînă la medicamentele bătrînilor.

Din primul număr al publicaţiei desprindem: „Dosarul DACIA 500 — Lăstun — speranţe, prudenţe, în concilierea cu producătorul"; dialog cu posesorii de Dacia 500-Lăstun în care aceştia îşi exprimă necazurile pe care le au din prima zi a achiziţionării autoturismului, prin lipsa de preocupare a întreprinderii producătoare şi a unităţilor Service pentru îndepărtarea operativă a multiplelor şi gravelor deficienţe apărute fără excepţie la toate autoturismele livrate; pericolul pe care-l reprezintă echelarii executaţi de cooperativa Artă şi Precizie Bucureşti pentru populaţie; practica unităţilor Departamentului Industriei Alimentare în falsificarea laptelui, în aşa zisă „înmulţire" a acestuia; situaţia dezastruoasă în activitatea Service în perioada de garanţie şi post garanţie a televizoarelor, congelatoarelor, radioreceptoarelor, aspiratoarelor de praf, maşinilor de spălat rufe, cusut sau călcat, rîşniţelor de cafea, caloriferelor electrice, maşinilor de călcat etc. etc. care datorită lipsei pieselor de schimb şi a unor Service-uri organizate din punct de vedere al numărului şi competenţei depanatorilor determină nemulţumirea a zeci şi sute de mii de consumatori.

Este lăudabil că această publicaţie, în mod tăios şi tranşant, pune problema calităţii bunurilor de larg consum în sprijinul şi apărarea consumatorilor, problemă pe care pînă în prezent nu a pus-o şi nu a avut curajul să o pună nici o altă publicaţie.

*Ioan Roman*

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

REDACȚIA :

COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21 sector 1
Telefon : 15 02 00 și 17 01 60/982

ADMINISTRAȚIA :

ÎNTREPRINDEREA DE STAT PENTRU IMPRIMATE ȘI ADMINISTRAREA PUBLICAȚIILOR

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1, București, 71 341
Telefon : 177729, 176010 și 176020. interior 2086 și 2483.

*

COLEGIUL DE REDACȚIE

**Redactor șef :** dr. ing. Dan Stoichițoiu

Colectiv Secțiunea **Calitate :** ing. Ioan Roman — *redactor responsabil.* ing Mihai Meiu, ing. Radu Moțoiu, ing. Traian Teodoru

Colectiv Secțiunea **Fiabilitate :** dr. ing. Ioan Bacivarof — *redactor responsabil,* dr. ing. Adrian Mihalache, dr. Viorel Vodă, fiz. Adalbert Szakáts, dr. ing. Ulrich Wiener

Colectiv Secțiunea **Metrologie :** dr. ing. Aurel Millea, — *redactor responsabil,* fiz. Dragoș Boiciuc, ing. Paul Dârvariu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, ing. Radu Soviani.

**Secretar de redacție :** Viorica Burciu

1991 IUN 5

Cererile pentru abonamente vor fi adresate administrației, în contul 645150228 BNR, filiala sector 1, precum și la oficiile poștale. Costul unui abonament anual este 180 lei

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate a ISIAP Calea Victoriei 174 cont 645150228 BNR filiala sector 1

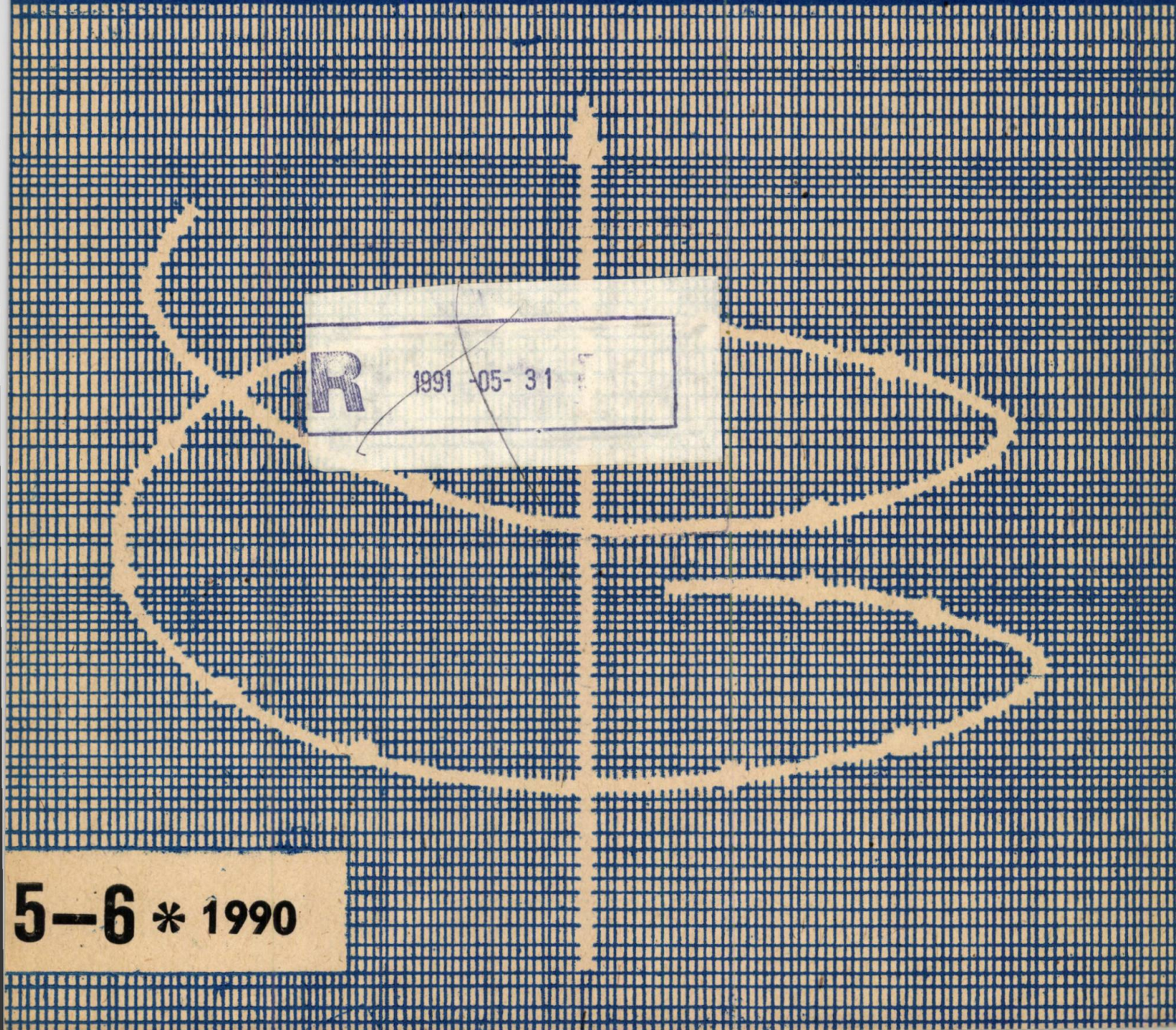
Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă. București, str. 13 Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

*

c. 2345 — INTREPRINDEREA POLIGRAFICA „UNIVERSUL" BUCUREȘTI LEI 15

E8225

# CALITATE FIABILITATE METROLOGIE



R 1991 -05- 31

5–6 * 1990

## SOMMAIRE


### QUALITÉ

*NICOLAE GHERGHEL* et al. : Considérations sur le choix des méthodes et moyens pour le contrôle de la qualité des rouges dentées et des engrenages . . . 162

*VASILE MUREŞAN* et *DORU SABĂU*. Le rôle d'essai automatique dans l'augumentation de la qualité et productivité des operations du contrôle et vérification dans l'industrie des équipment d'automatisation . . . . . 170

### FIABILITÉ

*COSTICĂ NITU* : Systèmes numériques de direction tolérantes aux défauts . . . . . 177

*VASILE NITU* et *MANFRED STEIN* : Des garantie concernant l'assurance des paramètres et des indicateurs de la fiabilité . . . . . 181

*CONSTANTIN TEODORESCU* : La durée d'utilisation normée. Termes de garantie et la fiabilité Liaisons et implications mutuelles . . . . . 190

### MÉTROLOGIE

*ADRIAN GH. PODOLEANU* et al. : Caractérisation des dispositifs opto-électroniques par des méthodes de l'optique cohérente . . . . . 197

*MARIANA BUZDUGA* : Sur qualques méthodes de mesurage de chargement électrostatique des poussières . . . . . 204

### CORRESPONDANCE

### PARTIE OFFICIÉLLE

* * * Les moyens de mesurage pour le quels on a accorde l'aprobation de modele, période january—june 1989 (III)
* * * Les moyens de mesurage pour lesquels on a accordé l'aprobation de modèle, période juillet — — decembre 1989 . . . . . 215


## CONTENTS


### QUALITY

*NICOLAE GHERGHEL* a.o. : Considerations on the choosing of the methods and means for the quality control of the toothed wheels and gears . . . . . 162

*VASILE MUREŞAN* and *DORU SABĂU* : The role of automatic testing in increasing the quality and reliability of the verification and control operations for the industry of automatization equipments 170

### RELIABILITY

*COSTICĂ NITU* : Failure tolerating numerical directing systems . . . . . 177

*VASILE NITU* and *MANFRED STEIN* : With respect to the assurance of reliability parameters and indicators . . . . . 181

*CONSTANTIN TEODORESCU* : The normed utilization time interval. Warranty terms and reliability. Mutual connections and implications . . . 190

### METROLOGY

*ADRIAN GH. PODOLEANU* ş.a. : The characterization of opto-electronic devices by the methods of coherent optics . . . . . 197

*MARIANA BUZDUGA* : About some methods of electrostatic powders charge measurement . . . . 204

### CORRESPONDENCE

### OFFICIAL PART

* * * The measuring instruments for which model approval has been granted over the period January—June 1989 (III)
* * * The measuring instruments for which model approval has been granted over the period July — December 1989 . . . . . 215

E8225 Metrologia. Aplicata vol 1

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

Publicație de informare și dezbatere
tehnico-economică
a
COMISIEI NAȚIONALE PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

## SUMAR

CALITATE

*NICOLAE GHERGHEL, DAN MIRCEA, FLORENTIN CIOATĂ*: Considerații privind alegerea metodelor și mijloacelor pentru controlul calității roților dințate și angrenajelor . . . . . 162

*VASILE MUREȘAN și DORU SABĂU*: Rolul testării automate în creșterea calității și productivității operațiilor de control și verificare în industria echipamentelor de automatizare . . . . . 170

FIABILITATE

*COSTICĂ NITU*: Sisteme numerice de control tolerante la defecte . . . . . 177

*VASILE NITU și MANFRED STEIN*: Garanții privind asigurarea parametrilor și indicatorilor de fiabilitate . . . . . 181

*CONSTANTIN TEODORESCU*: Durata de utilizare normată. Termenul de garanție și fiabilitatea. Legături și implicații reciproce . . . . . 190

METROLOGIE

*ADRIAN GH. PODOLEANU* ș.a.: Caracterizarea dispozitivelor optoelectronice prin metode ale opticii coerente . . . . . 197

*MARIANA BUZDUGA*: Asupra unor metode de măsurare a încărcării electrostatice la pulberi . . . . . 204

PARTEA OFICIALĂ

* * * Mijloacele de măsurare cărora li s-a acordat aprobare de model în perioada ianuarie-iunie 1989 (III) . . . . . 210

* * * Mijloacele de măsurare cărora li s-a acordat aprobare de model în perioada iulie-decembrie 1989 . . . . . 215

POȘTA REDACȚIEI

* * *

CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE, vol. XXXVII (Serie nouă) nr. 5—6 1990 p. 161—224

# Consideraţii privind alegerea metodelor şi mijloacelor pentru controlul calităţii roţilor dinţate şi angrenajelor

NICOLAE GHERGHEL, DAN MIRCEA FLORENTIN CIOATA *

**REZUMAT**

În lucrare se prezintă o serie de contribuţii privind alegerea metodelor şi mijloacelor de măsurare (control) a indicilor de precizie (de calitate) a danturii roţilor dinţate şi angrenajelor. Metodologia propusă are în vedere eliminarea, în mare măsură, a subiectivismului alegerii metodelor şi mijloacelor respective prin logicizarea etapelor, fazelor şi activităţilor ce intervin în acest stadiu al concepţiei şi proiectării proceselor tehnologice, respectiv a metodelor şi mijloacelor de măsurare pentru echiparea acestora. Aplicarea metodologiei generale propusă se exemplifică pentru alegerea metodelor şi mijloacelor de măsurare a danturii sectoarelor dinţate din structura manometrelor produse de IAMC Vaslui.

**Résumé**

Dans l'ouvrage on presente une serie des contributions concernant le choix des methodes et moyens de mesurage (contrôle) des indices de precision (de qualité) de la denture des roues dentées et des engrenages. La methodologie propose en vue l'élimination à grande mesure du subjectivisme du a choix des methodes et des moyens correspondantes par la logicisation des étapes, phases et activité qui interviennent dans ce stade de la conception et projection des processus technologiques, respectivement des methodes et moyens de mesurage pour leur équipement. L'application de la methodologie generale proposée est exemplifiée pour le choix des methodes et moyens de mesurage de la denture des secteurs dentes de la structure des manométres produits par IAMC Vaslui.

**Abstract**

This paper presents some contributions on the choosing of the quality control methods and means of the precision indices of the wheels and gears toothing. The suggested methodology has in view the elimination, to a great extent, of the subjectivism of choosing the methods and means by the logical stating of the stages, phases and activities which intervene during devising and designing the technological processes, and of the measuring methods and ways for their equipping, respectively. The application of the suggested general methodology is exemplified by choosing the methods and means for measuring the toothing of the geared segments from the structure of the gauges manufactured by IAMC Vaslui.

## 1. Introducere

Multitudinea indicilor şi complexelor de indici utilizaţi în stadiul actual al cunoştinţelor pentru evaluarea preciziei (calităţii) danturii roţilor dinţate şi angrenajelor, precum şi faptul că pentru măsurarea (controlul, verificarea) acestora s-au impus numeroase metode şi mijloace de măsurare (control, verificare), fac ca alegerea metodelor şi mijloacelor respective să fie o problemă destul de complicată şi cu un grad ridicat de subiectivitatea. Aceasta se datoreşte, în cea mai mare măsură, lipsei studiilor comparative complete asupra metodelor şi mijloacelor respective.

În lucrarea de faţă se prezintă o serie de contribuţii privind alegerea metodelor şi mijloacelor de măsurare a danturii roţilor dinţate şi angrenajelor. Metodologia propusă are în vedere eliminarea, în mare măsură, a subiectivismului alegerii metodelor şi mijloacelor respective, prin logicizarea etapelor, fazelor şi activităţilor ce intervin în acest stadiu al concepţiei şi proiectării proceselor tehnologice respectiv a metodelor şi mijloacelor de măsurare pentru echiparea acestora.

Aplicarea metodologiei generale propusă se exemplifică pentru alegerea metodelor şi mijloacelor de măsurare a sectoarelor dinţate şi pinioanelor din structura manometrelor produse de IAMC Vaslui.

## 2. Metodologia propusă

Analiza aspectelor legate de alegerea metodelor şi mijloacelor de măsurare în general, precum şi a celor pentru măsurarea indicilor de precizie a danturii roţilor dinţate şi angrenajelor, ne-a condus la concluzia că, în cazul general, alegerea metodelor şi mijloacelor respective se poate face după metodologia prezentată în organigrama din figura 1.

Metodologia se referă la cazul general cînd în documentaţia tehnică de definire a produsului şi de execuţie (tehnologică) este indicată numai *precizia angrenajelor* prin notarea acestora, ca de exemplu : $7-C$ STAS 6273—71, adică se cunoaşte numai treapta de *precizie a angrenajului* (7) şi *tipul ajustajului roţilor în angrenare* ($C$). Am exclus din analiză situaţia în care nu se indică nici măcar aceste elemente

* Institutul politehnic „Gh. Asachi" Iaşi

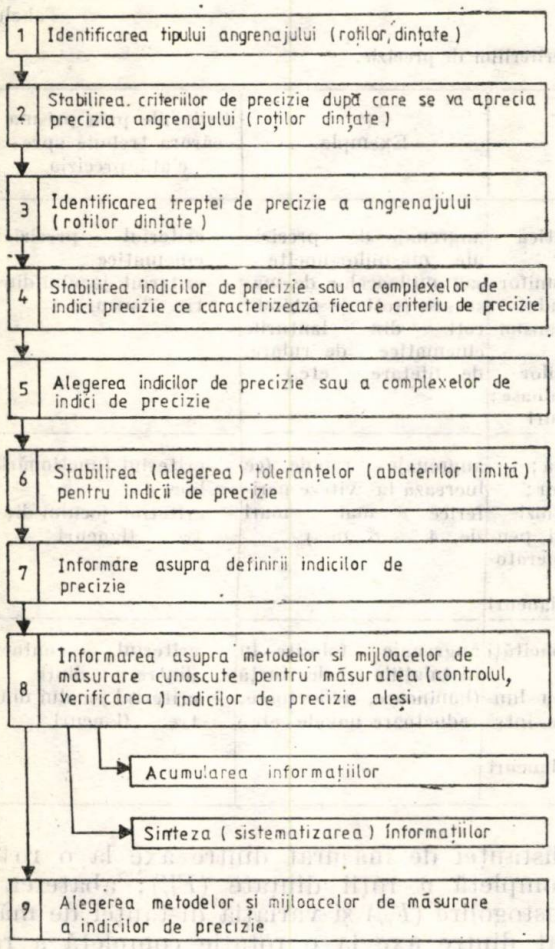



Fig. 1. Organigrama metodologiei de alegerea a metodelor și mijloacelor de măsurare a indicilor de precizie a danturii roților dințate și angrenajelor.

(așa cum am întîlnit în documentația tehnică), deoarece considerăm că aceasta este o neglijență inadmisibilă de proiectare. Pentru documentația întocmită înainte de anul 1981, se vor echivala treapta de precizie și tipul ajustajului în conformitate cu noile standarde (STAS 6273—81; STAS 6460—81; STAS 6461—81; STAS 7395—81). Acestei notări a angrenajelor i se poate da interpretarea că proiectantul lasă în sarcină executantului (producătorului) stabilirea criteriilor și a indicilor de precizie ce trebuie măsurați pentru asigurarea funcționării corespunzătoare a angrenajelor respective.

Din figura 1, se poate remarca faptul că metodologia conține o serie de etape (*E*), faze (*F*) și activități (*A*) specifice. În cazul în care în documentația tehnică sînt date mai multe informații decît cele precizate mai sus, metodologia începe de la etapa (faza, activitatea) corespunzătoare. Problematica parcurgerii acestor etape, faze și activități este prezentată, succint, în cele ce urmează.

*E*. 1. *Identificarea tipului angrenajului (roților dințate)*. Această identificare este necesară deoarece criteriile după care se apreciază precizia roților dințate și angrenajelor și indicii de precizie sau complexele de indici de precizie sînt reglementați pentru fiecare tip de roți dințate (angrenaje). Trebuie, deci, stabilit căruia din următoarele tipuri aparține angrenajul: cilindric; conic sau hipoid; melcat; cu cremalieră. Pentru aceasta, pot fi folosite următoarele surse: desenul de ansamblu al produsului; desenele de repere; desenele tehnologice; instrucțiunile de exploatare.

Din analiza desenelor de ansamblu și a desenelor de repere, rezultă că sectoarele dințate și pinioanele din structura manometrelor luate în studiu fac parte din angrenajele cilindrice [7].

*E* 2. *Stabilirea criteriilor de precizie după care se va aprecia precizia angrenajului (roților dințate)*. Problema se pune atunci cînd, conform notării angrenajului, rezultă că toate criteriile de precizie au aceeași treaptă de precizie, ca de exemplu: 7—*C* STAS 6273—81.

Alegerea criteriilor de precizie se face ținînd seama de destinația, de rolul funcțional sau de condițiile de funcționare ale angrenajelor.

Indicațiile generale de alegere a criteriilor de precizie sînt sintetizate în tabelul 1. Pentru stabilirea destinației (rolului funcțional sau condițiilor de funcționare ale angrenajului) se pot folosi următoarele surse: desenul de ansamblu al produsului; desenul de subansamblu; desenele de repere; desenele tehnologice; studiul tehnico-economic; instrucțiunile de exploatare; literatura de specialitate referitoare la cerințele (condițiile) impuse produsului.

Din analiza desenelor de ansamblu, de subansamblu și de repere ale manometrelor luate în studiu, precum și din analiza literaturii de specialitate referitoare la cerințele (condițiile impuse manometrelor, a rezultat că, din punct de vedere funcțional, pinioanele din structura manometrelor fac parte din *categoria angrenajelor cinematice* (*de precizie*; *de divizare*; *de împărțire*).

Pentru astfel de angrenaje care, în general, se execută cu module mici și cu dinți cu lungime mică (deoarece lucrează la încărcări și viteze mici), importantă este *asigurarea unei concordanțe cît mai bune între unghiurile de rotire ale roților conducătoare și ale celor conduse*. De asemenea, pentru angrenajele la care se schimbă sensul de rotire în timpul funcționării (cum se întîmplă și la unele manometre), este necesar ca *jocul dintre flancuri să fie minim* [2].

Din analiza desenelor sectoarelor dințate și pinioanelor oferite de beneficiar — IAMC Vaslui — și avînd în vedere destinația și condițiile de funcționare ale pinioanelor din structura

Tabelul 1

Indicații generale de alegere a criteriilor de precizie.

| Tipul angrenajului | Destinație, rol funcțional, condiții de funcționare | Cerințe | Exemple | Criteriile prin prisma cărora trebuie apreciată precizia |
|---|---|---|---|---|
| angrenaje cinematice (de precizie, de divizare, de împărțire) | divizare (împărțire) | — precizie cinematică corespunzătoare;<br>— constanța și uniformitatea raportului de transfer (transmitere);<br>— evitarea sarcinilor dinamice periculoase;<br>— jocul între flancuri | angrenaje de precizie ale mașinilor-unelte sau mijloacelor de măsurare (roți de schimb, roți din lanțurile cinematice de rulare, de filetare etc.) | — criteriul preciziei cinematice<br>— criteriul jocului dintre flancuri |
| angrenaje de viteză (rapide) | transmitere turații (viteze) mari (viteze periferice $v$ mai mari de 4 ... 6 m/s) | — funcționare lină;<br>— evitarea vibrațiilor;<br>— asigurarea silențiozității transmisiei pentru protejarea operatorului;<br>— jocul între flancuri | angrenaje rapide (ce lucrează la viteze periferice $v$ mai mari de 4 ... 6 m/s) | — criteriul funcționării line<br>— criteriul jocului dintre flancuri |
| angrenaje de forță (putere) | transmitere momente de rotație (forțe, puteri) mari la viteze pe iferice relativ mici | — asigurarea capacității de încărcare;<br>— bun contact de-a lungul dinților care intră în angrenare;<br>— jocul între flancuri | angrenaje folosite în instalațiile de forță (laminoare, reductoare, reductoare navale etc.) | — criteriul de contact dintre dinți<br>— criteriul jocului dintre flancuri |

manometrelor (viteze mici de lucru; puteri transmise mici; precizie mare în transmiterea mișcărilor), am ajuns la concluzia că *precizia pinioanelor din structura manometrelor se va aprecia după criteriul de precizie cinematică.*

*Criteriul de precizie cinematică* stabilește abaterea maximă totală a unghiului de rotire pentru o rotație completă a pinioanelor de măsurat (controlat, verificat), precum și elementele danturii ale căror abateri o determină pe aceasta.

Conform STAS 6273—81, criteriul de precizie cinematică este caracterizat de o serie de *indici de precizie* sau *complexe de indici de precizie.*

*Indicele de precizie de bază* care caracterizează criteriul de precizie cinematică este *abaterea cinematică maximă a roții dințate* ($F'_{ir}$). Criteriul de precizie cinematică a roții dințate mai este caracterizat de următorii *indici de precizie*: abaterea cumulată de pas ($F_{pr}$); variația distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții ($F''_{ir}$); bătaia radială a danturii ($F_{rr}$). De asemenea, criteriul de precizie cinematică a roții dințate mai este caracterizat de următoarele *complexe de indici de precizie*: abaterea cumulată de pas ($F_{pr}$) și abaterea cumulată pe $k$ pași ($F_{pkr}$); abaterea de rostogolire ($F_{cr}$) și bătaia radială a danturii ($F_{rr}$); variația cotei (lungimii) peste dinți ($F_{vWr}$) și bătaia radială a danturii ($F_{rr}$); variația cotei (lungimii) peste dinți ($F_{vWr}$) și variații distanței de măsurat dintre axe la o rotați completă a roții dințate ($F''_{ir}$); abaterea rostogolire ($F_{cr}$) și variația distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții dințate ($F''_{ir}$).

*E* 3. *Identificarea treptei de precizie a angrenajului (roților dințate).* Se face din notarea angrenajelor. De exemplu, pentru un angrenaj cu notarea: 7 — *C* STAS 6273—81, treapta de precizie a angrenajului este 7. În acest caz, toate criteriile de precizie sînt, deci, în treapta de precizie 7.

Pentru pinioanele luate ca exemplu, din notarea angrenajelor din care fac parte pinioanele, a rezultat că dantura acestora trebuie să corespundă treptelor de precizie 5,7 și 8 (STAS 6273—81) [7].

*E* 4. *Stabilirea indicilor de precizie sau a complexelor de indici de precizie ce caracterizează fiecare criteriu de precizie.* Această etapă este necesară, deoarece fiecare treaptă de precizie, pentru cele patru criterii de precizie considerate, este asigurată prin prescrierea unor anumite *abateri* pentru elementele roților dințate și angrenajelor, denumite *indici de precizie.* Au fost, astfel, standardizați indici de precizie care, respectați, să asigure încadrarea roților dințate sau a angrenajelor în treapta de precizie prevăzută și criteriul de precizie ales. Criteriile de precizie pot fi caracterizate fie printr-un *indice de precizie*, fie printr-un *complex de indici de precizie*, care, împreună, caracterizează criteriul de precizie

*Tabelul 2*

Indicii și complexele de indici de precizie care caracterizează criteriul de precizie cinematică, corespunzătoare treptelor de precizie prescrise sectoarelor dințate și pinioanelor luate în studiu.

| CRITERIILE DE PRECIZIE PENTRU | | | |
|---|---|---|---|
| TREAPTA DE PRECIZIE 5 | | TREPTELE DE PRECIZIE 7 și 8 | |
| $F'_{ir}$ | Abaterea cinematică maximă a roții dințate | $F'_{ir}$ | Abaterea cinematică maximă a roții dințate |
| $F_{pr}$<br>$F_{pkr}$ | Abaterea cumulată de pas și<br>Abaterea cumulată pe $k$ pași | — | — |
| — | — | $F_{pr}$ | Abaterea cumulată de pas |
| $F_{cr}$<br>$F_{rr}$ | Abaterea de rostogolire și<br>Bătaia radială a danturii | $F_{cr}$<br>$F_{rr}$ | Abaterea de rostogolire și<br>Bătaia radială a danturii |
| $F_{vWr}$<br>$F_{rr}$ | Variația cotei (lungimii) peste dinți și<br>Bătaia radială a danturii | $F_{aWr}$<br>$F_{rr}$ | Variația cotei (lungimii) peste dinți și<br>Bătaia radială a danturii |
| $F_{vWr}$<br>$F''_{ri}$ | Variația cotei (lungimii) peste dinți și<br>Variația distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții dințate | $F_{vWr}$<br>$F''_{ir}$ | Variația cotei (lungimii) peste dinți și<br>Variația distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții dințate |
| $F_{cr}$<br>$F''_{ir}$ | Abaterea de rostogolire<br>Variația distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții dințate | $F_{cr}$<br>$F''_{ir}$ | Abaterea de rostogolire<br>Variația distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții dințate |

respectiv. Fiecare criteriu de precizie este caracterizat printr-un *indice de precizie de bază* și avînd în vedere că indicii de precizie și complexele de indici de precizie definesc același criteriu de precizie, sînt echivalenți între ei. Indicii de precizie și complexele de indici de precizie sînt dați în funcție de treapta de precizie și de alți parametri (factori) în tabelele corespunzătoare din următoarele standarde : STAS 6273—81 (angrenaje cilindrice); STAS 6460—81 (angrenaje conice și hipoide); STAS 6461—81 (angrenaje melcate); STAS 7395—81 (angrenaje cu cremalieră). Se pot folosi în acest scop și lucrările [15, 17, 18].

În conformitate cu STAS 6273—81, indicii și complexele de indici de precizie care caracterizează criteriul de precizie cinematică, corespunzătoare treptelor de precizie prescrise sectoarelor dințate și pinioanelor luate în studiu, sînt prezentați în tabelul 2.

*E* 5. *Alegerea indicilor de precizie sau complexelor de indici de precizie.* Întrucît fiecare criteriu de precizie este caracterizat de un număr mare de indici de precizie și complexe de indici de precizie, iar acești indici sînt echivalenți între ei, se pune problema alegerii raționale a acestor indici sau complexe de indici. În felul acesta, se reduce timpul și costul necesar echipării cu mijloace de măsurare și măsurării și, în final, se reduc costurile de producție. Alegerea acestor indici trebuie făcută pe baza unei analize cît mai obiective folosind un sistem de criterii, dintre care menționăm : $C_1$ — tipul danturii (dreaptă, înclinată, scurtă, lungă); $C_2$ — destinația angrenajului; $C_3$ — tipul măsurării, controlului sau verificării (intermediară, operativă, la locul de muncă, finală); $C_4$ — informațiile suplimentare pe care le oferă măsurarea indicelui respectiv; $C_5$ — posibilitățile de măsurare; $C_6$ — — ușurința măsurării; $C_7$ — seria de fabricație; $C_8$ — complexitatea mijloacelor de măsurare necesare; $C_9$ — costul mijloacelor de măsurare necesare; $C_{10}$ — productivitatea mijloacelor de măsurare necesare; $C_{11}$ — tehnologiile de măsurare disponibile; $C_{12}$ — disponibilitatea mijloacelor de măsurare. La alegerea indicilor și complexelor de indici se va ține seama și de indicațiile (exemplele) din STAS 6273—81; STAS 6460—81; STAS 6461—81; STAS 7395—81, precum și de indicațiile din lucrările [15, 17].

Analiza posibiliăților de măsurare (control, verificare) a indicilor de precizie din tabelul 2, conduce la următoarele concluzii [17]:

— pentru măsurarea (controlul) *abaterii cinematice maxime a roții dințate (pinionului)* ($F'_{ir}$) sînt necesare mijloace de măsurare pe ambele flancuri sau pe un singur flanc, cu o roată dințată etalon și care sînt caracterizate de o productivitate scăzută;

— pentru măsurarea (controlul) *abaterii cumulate de pas* ($F_{pr}$) și *a abaterii cumulate pe k pași* ($F'_{pkr}$), sînt necesare mijloace complexe, măsurarea (controlul) făcîndu-se în raport cu o bază de referință : axa roții; cercul exterior; cercul interior.;

— pentru măsurarea (controlul) *abaterii de rostogolire* ($F_{cr}$) sînt necesare mijloace complexe de măsurare pe ambele flancuri sau pe un singur flanc cu o roată dințată etalon;

— pentru măsurarea (controlul) *bătăii radiale a danturii* ($F_{rr}$) se folosesc aparate și dispozitive relativ simple de măsurare, fiind necesară materializarea axei roții dințate;

— pentru măsurarea (controlul) *variației cotei (lungimii) peste dinți* ($F_{vWr}$) se pot utiliza instrumente și aparate simple, nefiind necesară existența unei baze de referință;

— pentru măsurarea (controlul) *variației distanței de măsurat dintre axe la o rotație completă a roții dințate* ($F_{ir}''$) sînt necesare mijloace de măsurare pe ambele flancuri cu roată dințată etalon, care sînt costisitoare.

Deoarece mijloacele de măsurare pe ambele flancuri sau pe un singur flanc sînt costisitoare, neputînd fi în dotarea fiecărei întreprinderi constructoare de mașini și aparate, *determinarea preciziei roților dințate după criteriul de precizie cinematică se poate face prin măsurarea (controlul) indicilor de precizie*: bătaia radială a danturii ($F_{rr}$); variația cotei (lungimii) peste dinți ($F_{vWr}$).

Așa cum se cunoaște, indicii și complexele de indici de precizie care definesc același criteriu de precizie sînt echivalenți între ei. Cei doi indici de precizie aleși: bătaia radială a danturii ($F_{rr}$) și variația cotei (lungimii) peste dinți ($F_{vWr}$), care formează un complex de indici ce caracterizează criteriul de precizie cinematică, se pot măsura (controla) cu mijloace de măsurare (control) relativ simple din punct de vedere constructiv și care au o productivtate corespunzătoare a măsurării (controlului) în cazul unei producții de serie, așa cum este situația sectoarelor dințate și pinioanelor considerente.

În plus, determinarea bătăii radiale a danturii oferă informații și asupra excentricității (neconcentricității). De asemenea, avînd în vedere proprietățile „vîrtejului" de evolvente, cota (lungimea) peste dinți nu este influențată de poziția acesteia pe cercul de bază. Ca atare, măsurarea (controlul) făcîndu-se fără folosirea, ca baze de orientare, a cercului exterior, interior sau a alezajului roții dințate, această măsurare nu este influențată de abaterile bazelor respective. Măsurarea (controlul) variației cotei (lungimii) peste dinți poate fi considerată ca făcînd parte din categoria măsurărilor complexe ale roților dințate, deoarece valoarea acestei cote este influențată de abaterile profilului dintelui, de abaterile grosimii dintelui și de abaterile pasului de angrenare (de bază). De aceea, măsurarea (controlul) variației cotei (lungimii) peste dinți oferă informații și asupra abaterii grosimii dintelui, abaterii pasului de angrenare (de bază), abaterii cinematice a roților dințate și jocului dintre flancuri, deoarece acesta corespunde la suma abaterilor cotei (lungimii) peste dinți pentru cele două roți dințate ale angrenajului. În plus, măsurarea (controlul) cotei (lungimii) peste dinți reprezintă, în același timp, o metodă de control (verificare) a poziției relative a sculei de danturat în raport cu roata (pinionul) semifabricat. Din motivele expuse, măsurarea (controlul) variației cotei (lungimii) peste dinți constituie una din cele mai utilizate metode de măsurare (control) a roților dințate cilindrice cu dantură dreaptă sau înclinată, corijată sau necorijată, interioară sau exterioară [17].

*E* 6. *Stabilirea toleranțelor (abaterilor limită) pentru indicii de precizie.* Valorile numerice ale abaterilor limită și toleranțelor indicilor de precizie se aleg din tabele sau se calculează cu ajutorul unor relații date în STAS 6273—81 (angrenaje cilindrice); STAS 6460—81 (angrenaje conice și hipoide); STAS 6461—81 (angrenaje melcate) și STAS 7395—81 (angrenaje cu cremalieră). În acest scop, se pot utiliza și lucrările [15, 17, 18]. Pentru angrenaje cu modul mic, pînă la reglementări oficiale în țara noastră, se poate apela la standarde străine (GST; DIN etc.).

Pentru sectoarele dințate și pinioanele din structura manometrelor, al căror modul este sub 1 mm, toleranțele bătăii radiale a danturii, corespunzătoare treptelor de precizie 5—8, s-au extras din TGL 15 021 RDG [2] și din GOST 9178—59, iar toleranțele variației cotei (lungimii) peste dinți, pentru aceleași trepte de precizie, s-au extras din GOST 9178—59 [7].

*E* 7. *Informarea asupra definirii indicilor de precizie aleși.* Este necesară o astfel de informare sau de împrospătare a informării, pentru aprecierea justă a metodelor și mijloacelor de măsurare utilizate pentru măsurarea indicilor de precizie respectivi. Definirea indicilor de precizie este reglementată prin STAS 6273—81 (angrenaje cilindrice); STAS 6460—81 (angrenaje conice și hipoide); STAS 6461—81 (angrenaje melcate); STAS 7395—81 (angrenaje cu cremalieră). Se pot utiliza pentru aceasta și lucrările [15, 17, 18]. Pentru măsurarea (controlul) cotei (lungimii) peste dinți trebuie să se cunoască *numărul de dinți n peste care se face măsurarea (controlul) și cota peste dinți W* de măsurat. Acestea se pot determina conform relațiilor cuprinse în literatura de specialitate [17].

*E* 8. *Informarea asupra metodelor și mijloacelor de măsurare cunoscute pentru măsurarea (controlul, verificarea) indicilor de precizie aleși.* Pentru alegerea cît mai corectă a metodelor și mijloacelor de măsurare, se impune o informare sau o completare a informării cît mai corectă. Această informare trebuie făcută conform metodologiei care s-a impus în teoria creației științifice și tehnice [1, 8].

*E* 8.1. *Acumularea informațiilor.* Cuprinde activitățile [8]: *A* 8.1.1. Depistarea titlurilor lucrărilor; *A* 8.1.2. Fișarea; *A* 8.1.3. Sistematizarea lucrărilor; *A* 8.1.4. Identificarea locului de procurare a lucrărilor; *A* 8.1.5. Procurarea

lucrărilor; *A* 8.1.6. Traducerea lucrărilor; *A* 8.1.7. Copierea (prelucrarea) lucrărilor; *A* 8.1.8. Restituirea lucrărilor; *A* 8.1.9. Studiul lucrărilor. Conținutul acestor activități este redat în lucrările [1, 8].

Pentru pinioanele din structura manometrelor luate în studiu s-au folosit ca surse de informare de bază lucrările [3, 4, 5, 6, 10, 11, 13, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28].

*E* 8.2. *Sinteza (sistematizarea) informațiilor.* Cuprinde activitățile [1, 8]; *A* 8.2.1. Stabilirea criteriilor de clasificare a soluțiilor sau ideilor cunoscute sau/și a titlurilor paragrafelor pentru redactarea sintezei informațiilor; *A* 8.2.2. Sistematizarea (clasificarea) soluțiilor sau ideilor cunoscute. Drept criterii de *clasificare a metodelor de măsurare* se pot folosi următoarele [4, 22, 23, 24]: $C_1$ — precizie; $C_2$ — valoarea măsurată; $C_3$ — forma matematică a legăturii dintre parametrul căutat și parametrii măsurați; $C_4$ — gradul de complexitate al pieselor măsurate; $C_5$ — interacțiunea dintre mijlocul de măsurare și obiectul (piesa) supus măsurării; $C_6$ — modul de efectuare a măsurării. Ca *criterii de clasificare a mijloacelor de măsurare* se pot utiliza următoarele [4, 22, 23, 24]: $C_1$ — construcție; $C_2$ — modul de obținere a indicațiilor; $C_3$ — felul intervenției și a gradului de solicitare a operatorului în timpul măsurării; $C_4$ — subordonarea metrologică; $C_5$ — gradul de universalitate; $C_6$ — productivitatea; $C_7$ — principiul de funcționare și tipul elementelor constructive. Pentru sistematizarea (clasificarea) metodelor și mijloacelor de măsurare cunoscute, pe baza criteriilor stabilite anterior, se pot folosi clasificările clasice sau/și formele moderne de sistematizare a informațiilor [1]: diagramele de idei; matricile morfologice de idei; obiectele generalizate ale creației tehnice. Dacă există o astfel de sistematizare, se pune, doar, problema aducerii la zi a acesteia.

Referitor la sectoarele dințate și pinioanele din structura manometrelor luate în studiu, sistematizarea (clasificarea) soluțiilor sau ideilor cunoscute este concretizată în figurile 2 și 3. În figurile 2 și 3 sînt prezentate tablourile metodelor și mijloacelor de măsurare (control) cunoscute în stadiul actual al tehnicii pentru măsurarea (controlul) bătăii radiale a danturii ($F_{rr}$), respectiv a variației cotei (lungimii) peste dinți ($F_{rWr}$) la roțile dințate cilindrice cu dinți drepți cum sînt și sectoarele dințate și pinioanele din structura manometrelor. Apoi, s-au evidențiat principalele avantaje, dezavantaje și domeniile raționale de utilizare ale fiecăreia din aceste metode și mijloace de măsurare.

*E* 9. *Alegerea metodelor și mijloacelor de măsurare a indicilor de precizie.* Se face pe baza analizei soluțiilor sau ideilor cunoscute. Cuprinde fazele [1, 8]: *F* 9.1. Stabilirea și ordonarea funcțiilor metodelor și mijloacelor de măsurare; *F* 9.2. Stabilirea criteriilor științifice de analiză a soluțiilor sau ideilor cunoscute; *F* 9.3. Compararea soluțiilor sau ideilor cunoscute și stabilirea soluțiilor sau ideilor

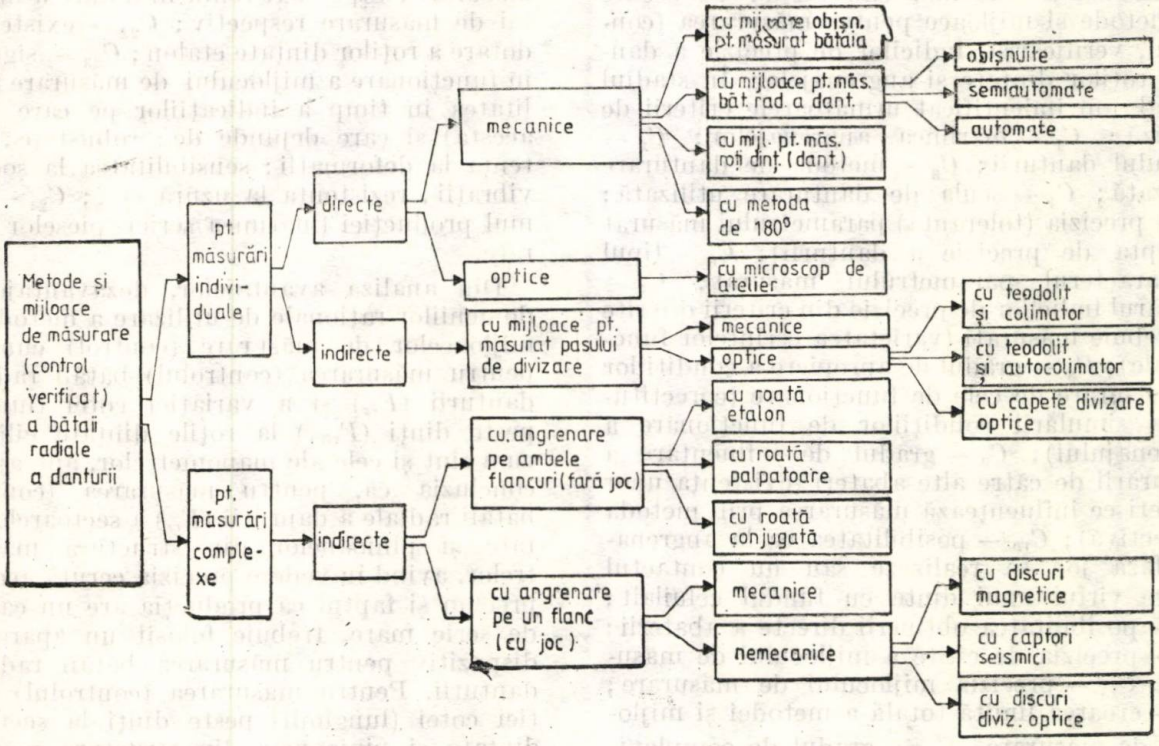



Fig. 2. Tablou metodelor și mijloacelor de măsurare (control) cunoscute în stadiul actual al tehnicii pentru măsurarea (controlul) bătăii radiale a danturii roților dințate cilindrice cu dinți drepți.

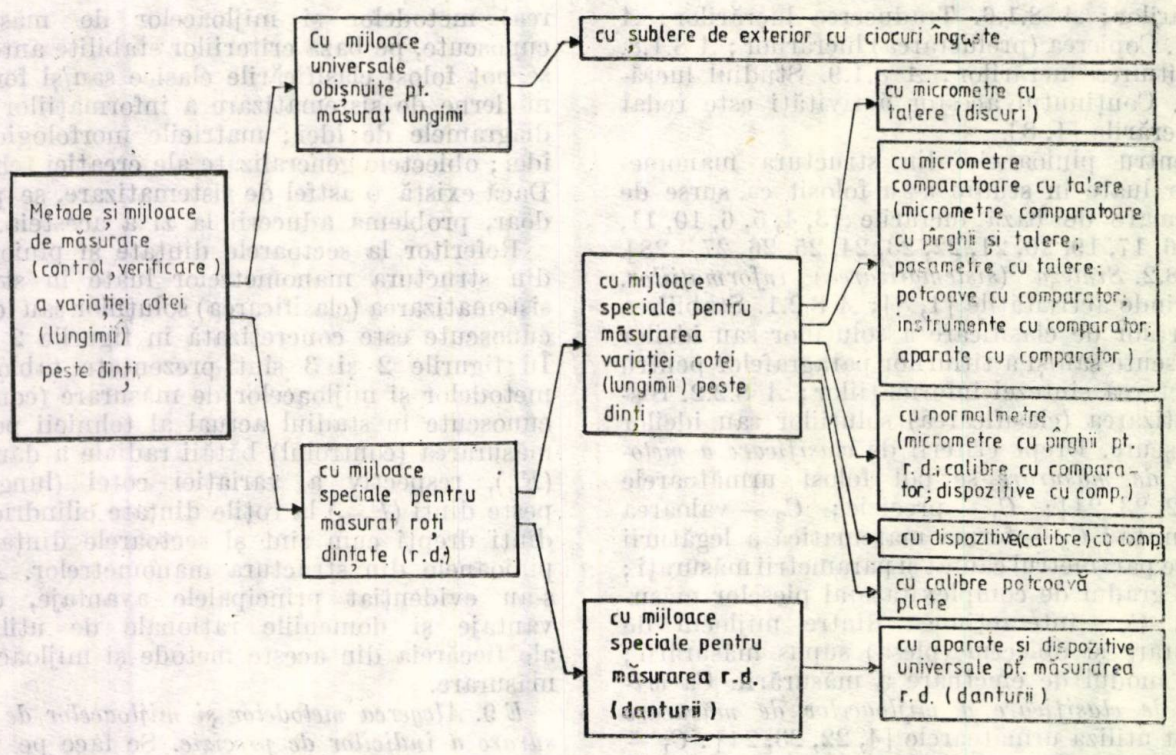



Fig. 3. Tablcul metodelor și mijloacelor de măsurare (control) cunoscute în stadiul actual al tehnicii pentru măsurarea (controlul) variației cotei (lungimii) peste dinți.

optime; *F* 9.4. Stabilirea dezavantajelor (lipsurilor) generale ale soluțiilor sau ideilor cunoscute. O importanță cu totul deosebită trebuie acordată stabilirii criteriilor științifice de analiză a soluțiilor sau ideilor cunoscute de metode și mijloace pentru măsurarea (controlul, verificarea) indicilor de precizie a danturii roților dințate și angrenajelor. În stadiul actual am indentificat următoarele criterii de analiză: $C_1$ — mărimea angrenajelor; $C_2$ — modulul danturii; $C_3$ — metoda de danturare utilizată; $C_4$ — scula de danturare utilizată; $C_5$ — precizia (toleranța) parametrului măsurat (treapta de precizie a danturii); $C_6$ — tipul și caracterul parametrului măsurat; $C_7$ — numărul indicilor de precizie din criterii diferite ce trebuie măsurați (varietatea cerințelor funcționale); $C_8$ — gradul de apropiere a condițiilor de măsurare de cele de funcționare (corectitudinea simulării condițiilor de funcționare a angrenajului); $C_9$ — gradul de influențare a măsurării de către alte abateri (existența unor abateri ce influențează măsurarea prin metoda respectivă); $C_{10}$ — posibilitatea ca la angrenarea fără joc să realizeze sau nu contactul dintre vîrful unui dinte cu fundul celuilalt; $C_{11}$ — posibilitatea obținerii directe a abaterii; $C_{12}$ — precizia de citire a mijlocului de măsurare; $C_{13}$ — precizia mijlocului de măsurare; $C_{14}$ — eroarea limită totală a metodei și mijlocului de măsurare; $C_{15}$ — gradul de complexitate al mijlocului de măsurare; $C_{16}$ — gradul de universalitate al mijlocului de măsurare; $C_{17}$ — productivitatea metodei de măsurare; $C_{18}$ — ușurința (comoditatea) măsurării; $C_{19}$ — gradul de calificare al controlorului tehnic de calitate; $C_{20}$ — costul metodei (mijlocului) de măsurare; $C_{21}$ — existența în dotare a mijlocului de măsurare respectiv; $C_{22}$ — existența în dotare a roților dințate etalon; $C_{23}$ — siguranța în funcționare a mijlocului de măsurare (stabilitatea în timp a indicațiilor pe care le dă acesta) și care depinde de: robustețe; rezistența la deformații; sensibilitatea la șocuri și vibrații; rezistența la uzură etc.; $C_{24}$ — volumul producției (mărimea seriei) pieselor măsurate.

Din analiza avantajelor, dezavantajelor și domeniilor raționale de utilizare a metodelor și mijloacelor de măsurare (control) cunoscute pentru măsurarea (controlul) bătăii radiale a danturii ($F_{rr}$) și a variației cotei (lungimii) peste dinți ($F_{vwr}$) la roțile dințate cilindrice cum sînt și cele ale manometrelor, am ajuns la concluzia că, pentru măsurarea (controlul) bătăii radiale a danturii ($F_{rr}$) a sectoarelor dințate și pinioanelor din structura manometrelor, avînd în vedere precizia cerută acestora, precum și faptul că producția are un caracter de serie mare, trebuie folosit un aparat sau dispozitiv pentru măsurarea bătăii radiale a danturii. Pentru măsurarea (controlul) variației cotei (lungimii) peste dinți la sectoarele dințate și pinioanele din structura manometrelor, avînd în vedere, de asemenea, precizia cerută acestui indice, precum și faptul că

producția are caracter de serie mare, este necesară utilizarea unui dispozitiv (calibru) cu comparator. De aici, a rezultat necesitatea concepției și poiectării acestor mijloace de măsurare [7].

## 3. Concluzii

Metodologia propusă pentru alegerea metodelor și mijloacelor de măsurare a indicilor de precizie ai danturii roților dințate și angrenajelor, bazată pe logicizarea etapelor, fazelor și activităților specifice, permite înlăturarea, în mare măsură, a subiectivismului în alegerea metodelor și mijloacelor respective, precum și reducerea duratei și a costurilor aferente.

Aplicarea metodologiei permite alegerea corectă a metodelor și mijloacelor de măsurare respective de către proiectanți cu mai puțină experiență și poate sta la baza trecerii la alegerea asistată de calculator a metodelor și mijloacelor de măsurare.

Metodologia prezentată a fost probată la alegerea metodelor și mijloacelor de măsurare a indicilor de precizie ai danturii sectoarelor dințate din structura manometrelor în cadrul unui contract de cercetare între Catedra de mașini-unelte și scule a Institutului Politehnic din Iași și Întreprinderea de Aparate de Măsură și Control (IAMC) Vaslui [7].

BIBLIOGRAFIE


[1] *Belous Vitalie :* Bazele creației tehnice în construcția de mașini. Inventica, Ed. Junimea, Iași, 1986.

[2] *Buzatu C., Popescu I. :* Toleranțe și ajustaje pentru mecanica fină, Univ. din Brașov, 1985.

[3] *Crockett J. C. :* Gear Cutting Practice, Machines and Tools, The Machinery Publishing Co. Ltd., The Grange Press, Southwick, Soussex, 1971.

[4] *Dragu D. :* Toleranțe și măsurări tehnice, Ed. Did. și Pedag., București, 1973.

[5] *Dragu D., Bădescu Gh., Sturzu Aurel, Militaru C., Popescu I. :* Toleranțe și măsurări tehnice, Ed. Did. și Pedag., București, 1980.

[6] *Georgescu S. George :* Aparate de controlat în construcția de mașini, București, 1968.

[7] *Gherghel N., Mircea Dan, Gojinețchi N., Cioată Florentin, Mitrofan Al., Leșan Zaharia, Dragu Mircea, Segal Liviu* ș.a.; Tehnologie și dispozitive pentru controlul elementelor din componența mecanismelor manometrelor. Contract de cercetare științifică nr. 1943/18.II.1987, Inst. Politehn. Iași — I.A.M.C. Vaslui.

[8] *Gherghel N., Gojinețchi N., Carata Eugen, :* Aspecte ale informării în creația științifică și tehnică în domeniul dispozitivelor de prindere. În : Lucr. celui de al III-lea simpoz. nat. de inventică, Iași, 1988, p. 182—190.

[9] *Gherghel N., Mircea Dan, Cioată Florentin :* Considerații privind alegerea metodelor și mijloacelor de măsurare a indicilor de precizie ai danturii roților dințate și angrenajelor. În : Lucr. ses jubil. de com. șt., Vol. VI, Iași, 10—12 nov. 1988, p. 295—303.

[10] *Ghipp B. A., Gonigberg I. M., Kaplum M. M., Levenson E. N., Markov N. N., Poleanski P. M., Schlesinger G. S., :* Dispozitive de control, I.D.T., București, 1962.

[11] *Goradetsky Yu. G. :* Measuring Instruments Design and Use, Mir Publishers Moscow, 1976.

[12] *Hultzsch Erasmus :* Messungen an Stirnrädern mit Zahnradmessgeräten und anderen Feinmessgeräten aus Jena, VEB Carl — Zeiss JENA, NACHRICHTEN, WONDERBAND FEINMESSI I (B Anhang), Dezember 1966.

[13] *Ivan Mircea, Antonescu N. R., Dumitraș C., Rusan Gl., Bădescu Gh., Popescu I.,* Mașini-unelte și control dimensional, Ed. Did. și Pedag., București, 1980.

[14] *Lăzărescu I., Dragu D., Tărăboi V., Ștefiu Grațian. :* Toleranțe și măsurări tehnice, Ed. Did. și Pedag., București, 1969.

[15] *Lăzărescu I., Ștefiu Cosmina-Elena. :* Toleranțe, ajustaje, calcul cu toleranțe, calibre, Ed. Tehn., București, 1984.

[16] *Micu C., Dodoc Petre, Diaconescu Gh., Manolescu A. M. :* Aparate și sisteme de măsurare în construcția de mașini, Ed. Tehn., București, 1980.

[17] *Minciu C. :* Precizia și controlul angrenajelor, Ed. Tehn., București, 1984.

[18] Organe de mașini, Vol. 1. d. Angrenaje, reductoare (Colecție STAS), Inst. Român de Standardiz., Constr. de mașini, Ed. Tehn. București, 1984.

[19] *Ovumian G. G., Adam Ia. I. :* Spravocinik zuboreza, Moskva, Mașinostroenie, 1983.

[20] *Plahteanu Boris, Lungu Gh. :* Mașini-unelte și control dimensional, Inst. Politehn. Iași, 1977.

[21] Proizvodstvo zubciatîh koles. Spravocinik, Pod red. Taiț B. A., Moskva, Mașinostroenie, 1975.

[22] *Răileanu Aurel :* Toleranțe și măsurători tehnice. Partea a II-a. Măsurări tehnice în construcția de mașini (Control dimensional), Inst. Politehn. Iași, 1970.

[23] *Răileanu Aurel. :* Toleranțe și control dimensional. Caietul 2. Control dimensional, Inst. Politehn. Iași, Iași, 1974.

[24] *Răileanu Aurel, :* Control tehnic, Inst. Politehn. Iași, 1977.

[25] *Răileanu Aurel, Mircea Dan, Răileanu Tudor, Cioată Florentin,* Manual de aplicații la măsurări tehnice și toleranțe, Inst. Politehn. Iași, 1983.

[26] *Ruzicka V., :* Controlul roților dințate (trad. din lb. cehă), Ed. Tehn., București, 1959.

[27] *Silivestrov B. N. :* Spravocinik molodogo zuboreznika, Moskva, Vîșșaia șkola, 1981.

[28] *Ștefiu Cosmina-Elena. :* Control tehnic, Ed. Did. și Pedag., București, 1979.

# Rolul testării automate în creşterea calităţii şi productivităţii operaţiilor de control şi verificare în industria echipamentelor de automatizare

VASILE MUREŞAN * şi DORU SABĂU **

**REZUMAT**

Creşterea complexităţii mijloacelor de automatizare a antrenat după sine, pentru proiectanţi şi producători, noi probleme în legătură cu asigurarea calităţii. Măsurile clasice de verificare şi control interfazic şi final se dovedesc insuficiente şi depăşite în faţa complexităţii unor echipamente cum ar fi cele de comenzi numerice pentru maşini unelte, centrale telefonice etc. Testarea automată reduce considerabil volumul de muncă necesar, ridicînd productivitatea muncii acestor operaţii la valori de 5 pînă la 30 de ori mai mari. Prezentul articol şi-a propus să sublinieze cîteva din aspectele legate de stabilirea unei strategii în cazul în care se intenţionează implementarea testării automate. Principiile şi condiţiile enumerate în articol pot servi ca introducere la problematica de evaluare a unor aplicaţii şi pot convinge asupra influenţei pe care testarea automată o poate exercita atît asupra productivităţii muncii la operaţiile de testare, cît şi asupra calităţii produselor.

**Résumé**

L'accroissement de la complexité des moyens d'automatisation a entrainé, pour les projectants et producteurs, des problèmes nouveaux liés à l'assurance de la fiabilité. Les mesures classigues de vérification et contrôle interphasique et final se révèlent comme insuffisantes et dépassées, vis-à-vis de la complexité de certains équipements, à titre d'exemple ceux de commande numérique pour machines-outils, centrales téléphonigues, etc. L'essai automatique réduit considérablement le volume de travail necessaire, en élevant la productivité du travail à ces operations de 5 à 40 fois. Le present article se propose souligner quelques aspects liés à l'établissement d'une strategie en cas, dans lequel on intentionne l'implementation de l'essai automatique. Les principes et les conditions énumerées dans l'article peuvent servir comme une introduction dans l'ensamble des problemes concernant le sujet d'évaluation de certaines applications et peuvent convaincie sur l'influence qui peut être exercée par l'essai automatique tant sur la productivité du travail aux operations d'essai quant aussi sur la qualité des produits.

**Abstract**

The increasing of the complexity of means of automatization led to new problems for designers and producers in connection with quality assurance. The classical interphasic control and verification measures prove themselves to be insufficient and obsolete versus the complexity of some equipments as for instance those for numerical driving of machine tools telephonic centrals etc. The automatic testing reduces considerably the amount of labour needed, improving the productivity of these operations from 5 to 30 times. The present paper proposes to itself to emphasize some of the aspects connected with the adopting of a strategy in the case when one intends to implement the automatic testing. The principles and conditions listed in the paper can serve as an introduction to the topics of evaluating some applications and convince with respect to the influence that automatic testing may have upon the productivity of testing operations as well as on the quality of products.

## Testarea şi calitatea

Creşterea complexităţii mijloacelor de automatizare a antrenat după sine, pentru proiectanţi şi producători, noi probleme în legătură cu asigurarea calităţii. Fiabilitatea şi mentenabilitatea, criterii importante ale calităţii, sînt din ce în ce mai greu de stăpînit în condiţiile creşterii numărului subansamblelor şi componentelor. Măsurile clasice de verificare şi control interfazic şi final se dovedesc insuficiente şi depăşite în faza complexităţii unor echipamente cum ar fi cele de comenzi numerice pentru maşini unelte, centrale telefonice etc.

În actualul stadiu de dezvoltare a producţiei, calitatea produselor nu poate fi asigurată fără o analiză a fiecărei faze şi operaţii de producţie, fără ataşarea la tehnologia de execuţie a tehnologiei de control şi verificare.

Dacă se urmăreşte o schemă a producerii unui echipament, de la cercetare — proiectare şi pînă la punerea în funcţiune şi întreţinerea în exploatare, se observă cu uşurinţă numărul mare de puncte în care sînt necesare varificări.

În concepţia clasică, dacă toate componentele şi subansamblurile unui produs, luate separat, sînt acceptate calitativ şi funcţionează, şansa de funcţionare a ansamblului este 100%. În practică (şi în calculele teoretice), la actuala complexitate a echipamentelor şi la gradul de intercondiţionare reciprocă a subansamblurilor,

* I.P.A. — Filiala Cluj Napoca
** C.N.S.M.C. — filiala Cluj-Napoca

şansele de bună funcţionare după asamblarea finală sînt simţitor reduse. Pentru un subansamblu electronic (de exemplu o placă echipată cu componentele electronice), dacă circuitul imprimat este corect executat şi toate componentele electronice sînt verificate înaintea montării, şansa ca aceasta să funcţioneze corect este în general cuprinsă între 0 şi 40 %.

Aceste rezultate ale statisticienilor, întocmite pe plan mondial de către producătorii de echipamente electronice, dau o imagine asupra volumului de probleme greu de stăpînit, care influenţează negativ calitatea produselor.

Mai departe, dacă la nivelul unui subansamblu cu o funcţionare relativ simplă şansele de funcţionare sînt atît de mici, este uşor de imaginat cum scad şansele de funcţionare pentru un echipament format din mai multe module şi blocuri sau pentru un sistem format din mai multe echipamente.

Din cele expuse anterior rezultă că, în condiţiile în care proiectantul şi producătorul îşi propun obţinerea unui produs de calitate, este strict necesar ca fiecare fază, şi uneori fiecare operaţie tehnologică, să beneficieze de un control de testare.

Urmărind fluxul de execuţie a unui echipament, se observă că operaţiile de verificare — testare sînt numeroase şi că pe măsura avansării în flux volumul de operaţii, deci şi cantitatea de muncă necesară, sînt din ce în ce mai mari.

Pentru verificarea cu instrumente simple de măsurare a unor componente electronice sînt necesare zeci de secunde sau chiar minute. Pentru verificarea în aceleaşi condiţii a unor module, în funcţie de complexitatea lor, sînt necesare minute sau ore. Pentru subansambluri se poate ajunge la ore, iar pentru echipamente complexe la săptămîni sau luni. În plus, la verificarea cu instrumente de măsurare clasice se verifică numai principalele funcţii, omiţîndu-se de obicei regimurile dinamice. De asemenea, din cauza duratei măsurării, este practic imposibil să se parcurgă întregul registrul de stări posibile ale unui echipament.

## Testarea automată şi productivitatea

Se apreciază că pentru produsele de complexitate ridicată, capacitatea de muncă necesară în cazul testării manuale cu instrumente de măsurare clasice, ar fi de pînă la 70 % din totalul capacităţii de muncă alocate elaborării produsului. Testarea automată reduce considerabil volumul de muncă necesar, ridicînd productivitatea muncii acestor operaţii la valori de 5 pînă la 30 de ori mai mari.

Este uşor de confirmat afirmaţia de mai sus dacă se compară rubricile tabelului următor, în care sînt date duratele necesare pentru testare, în tehnologia manuală şi automată :

| Obiect testat | Durata de testare | |
|---|---|---|
| | manuală | automată |
| Rezistenţe, condensatoare, bobine; | 1...10 s | 0,1 s |
| Tranzistoare, circuite integrate; | 60...200 s | 1...5 s |
| Plachete cu circuite imprimate neechipate; | 60...600 s | 10...60 s |
| Plachete echipate; | 30...500 min | 0,5...10 min |

Principalul element care conferă o înaltă productivitate testării automate este durata redusă a testării. Un al doilea element important este nivelul de calificare necesar pentru operator la lucrările de testare propriu-zisă. La testarea plachetelor, dacă neglijăm elaborarea programelor de testare, operatorul poate fi în cazul testării automate un muncitor de categoria 4 — 6, fără multe cunoştinţe în legătură cu obiectul testat. Pentru testarea manuală sînt utilizaţi tehncieni sau ingineri.

Calitatea testării obţine nivele superioare în cazul automatizării acestei operaţii. Motivul principal este obiectivizarea deciziei. Sarcina repetării unor secvenţe de test (uneori de zeci de ori), şi a altor operaţii de rutină, care în testarea manuală împietează asupra calităţii operaţiilor, se transferă prin automatizare sistemului. Este de subliniat aici şi impactul socio-profesional al implementării testării automate prin eliberarea forţei de muncă calificate superior pentru cercetare, proiectare, sau alte necesităţi care solicită calificare superioară, precum şi prin îmbunătăţirea condiţiilor de muncă.

Concurenţa celor două efecte principale ale introducerii testării automate : calitatea şi productivitatea, este un important deziderat al etapei actuale de dezvoltare. Sarcinile puse în faţa industriei electronice, electrotehnice şi de automatizare fac indispensabilă implementarea tehnologiilor şi echipamentelor de testare automată.

## SISTEME ŞI ECHIPAMENTE DE TESTARE AUTOMATĂ. APLICAŢII

Aplicarea în industrie a echipamentelor sau sistemelor de testare automată trebuie să fie justificată economic, astfel încît investiţia iniţială să fie recuperată rapid şi să se asigure obţinerea de beneficii. Avînd în vedere acestea, succesul aplicaţiei depinde de respectarea unor condiţii de bază, verificabile cu ajutorul unor criterii, pe care le vom prezenta în continuare.

**Criterii pentru aplicații ale tehnologiilor și echipamentelor de testare automată**

Criteriile care trebuie avute în vedere la studierea și proiectarea introducerii în întreprinderi a tehnologiilor și echipamentelor de testare automată au inițial în vedere cîteva condiții preliminare pentru ca aplicația să intre în discuție. Aceste criterii sînt :

— existența și acceptarea necesității de creștere a productivității muncii ;

— posibilitatea preluării unei astfel de aplicații, din punctul de vedere al pregătirii personalului ;

— conducerea tehnică a întreprinderii să fie receptivă la nou ;

— să existe fondurile necesare.

Aceste condiții țin, de fapt, de cadrul organizatoric (administrativ) necesar. Există însă și condiții tehnice care trebuie luate în considerare, și anume :

*a. profilul întreprinderii.* Întreprinderile cu profil de electronică, tehnică de calcul, automatizări sau de electrotehnică, care utilizează și produc masiv subansambluri electronice, sînt primele care se pretează la aplicații ale testării automate. Desigur, într-o situație asemănătoare se găsesc și unitățile de service din aceste domenii, iar uneori pot fi luați în considerare și beneficiarii de astfel de produse, pentru verificarea „la sosire" și „în exploatare" a subansamblurilor electronice.

*b. gradul de complexitate al produselor.* Din studii ale căror concluzii pot fi considerate încă valabile, rezultă că în medie 10 — 15 % din subansamblurile sau produsele electronice sînt prea complicate sau prea speciale pentru a se preta la testarea automată cu un echipament universal. În realitate, o astfel de clasificare a subansamblurilor apare mai clară după implementarea aplicației. Există însă și posibilitatea declarării de la început a unor subansambluri, sau chiar a întregii game de subansambluri ale unei unități, ca aparținînd celor două categorii care nu fac necesară aplicația.

*c. mărimea seriei subansamblurilor.* Este evident că pentru o serie mare (începînd de la cîteva sute sau mii anual), este mult mai potrivită testarea automată decît cea manuală. Cheltuielile legate de elaborarea programelor sînt astfel mult mai ușor amortizate.

*d. Gradul de automatizare a producției.* Pentru o producție bazată pe proiectarea asistată de calculator și producție asistată de calculator, aplicarea testării automate cu calculatorul este mai simplă, fie numai pentru că beneficiază de simplificări ale scrierii programelor (pentru că poate furniza o reacție la nivelele anterioare — partea de proiectare și cea de producție — și pentru că este mai ușor acceptată de beneficiar).

*e. testabilitatea subansamblurilor și ansamblurilor.* O producție bazată pe o proiectare „clasică", care nu beneficiază de avantajele proiectării asistate de calculator și nici nu a avut în vedere principiile de testabilitate, va beneficia cu greu de testarea automată sau o va putea aplica cu rezultate mai puțin spectaculoase în privința profunzimii diagnozei.

Condițiile tehnice enumerate sînt numai cele mai importante și trebuie avute în vedere premergător implementării oricărei aplicații, atît separat cît și corelat. Există, de exemplu, cazuri numeroase cînd, deși produsul este testabil și nu permite o diagnoză funcțională satisfăcătoare, o testare „în circuit" poate releva 60 — 80 % sau chiar 95 % din defecte, situație în care să satisfacă necesitățile utilizatorului său, iar în alte cazuri, deși seria subansamblurilor este mică, principiile testabilității fiind respectate, să se poată implementa o aplicație cu „autoînvățare" care este ieftină din punctul de vedere al costului programelor.

**1. Introducerea în industrie**

Introducerea echipamentelor de testare automată, așa cum este înțeleasă în prezent, înseamnă :

— studierea fluxului de producție al utilizatorului ;

— propunerea unor variante de strategii de testare și alegerea celei mai potrivite dintre ele ;

— proiectarea sistemului de testare și alegerea tehnologiilor, tehnicilor și echipamentelor de testare automată ;

— achiziționarea echipamentelor și tehnologiilor ;

— școlarizarea personalului.

Aceste etape sînt cele premergătoare exploatării unui sistem sau „flux" de testare. Implementarea, ca și în cazul tehnicii de calcul, nu se oprește aici. Există în continuare o muncă de implementare „din mers" care de multe ori este comparabilă ca efort cu cea din etapele precedente (procentul probabil 20 — — 60 %).

Această muncă, în linii mari, conține următoarele lucrări :

— refacerea și corectarea programelor de bază ;

— completarea cu module noi software și hardware ;

— scrierea programelor aplicative pentru subansamblele noi sau modificate ;

— sintetizarea datelor furnizate de diagnoza și corectarea pe această bază a deficiențelor în proiectarea și execuția produsului ;

— integrarea în proiectarea asistată de calculator și în execuția asistată de calculator și dezvoltarea pe baza implementării a testării

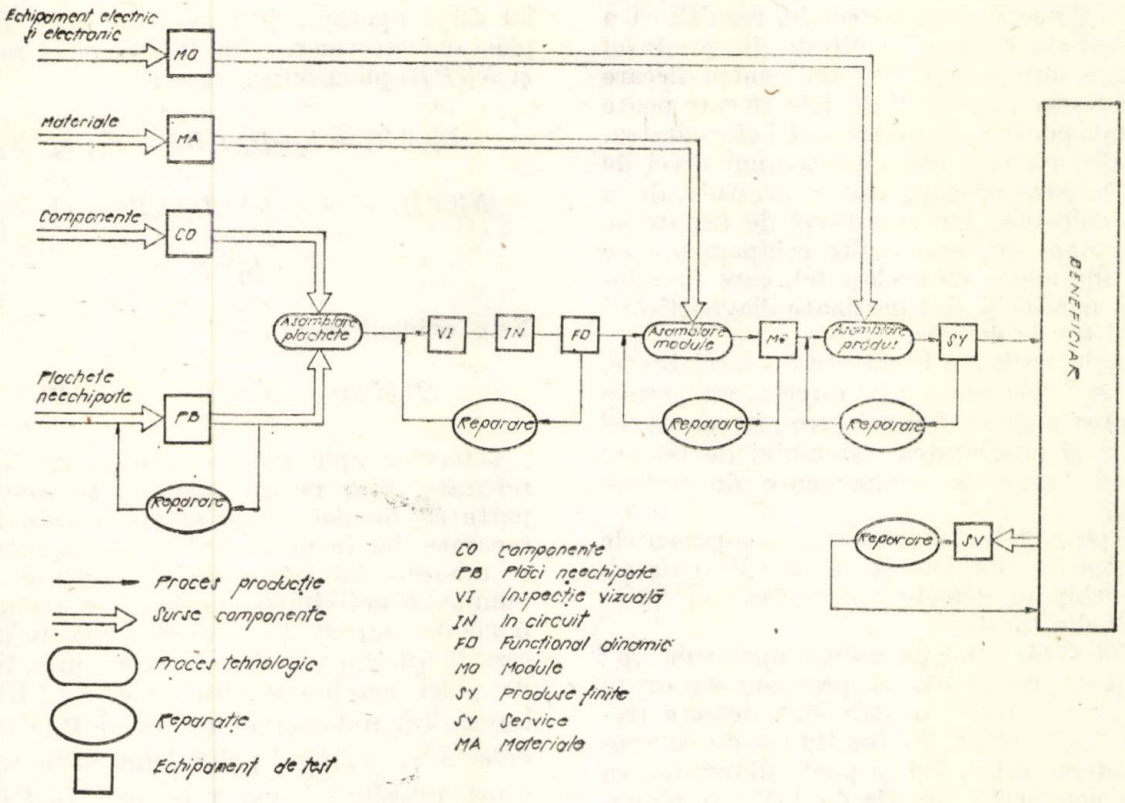



Fig. 1. Tehnologie de testare pe flux

asistate de calculator și a reparării asistate de calculator etc.

Desigur, aceste etape ar putea fi considerate o muncă de explatare a echipamentelor sau sistemului. Este foarte important să se țină cont de eforturile care trebuiesc făcute după punerea în funcție a fluxului de testare și de aprofundarea fiecărei etape a implementării.

Ne propunem în continuare sublinierea unor aspecte mai puțin studiate la noi în producția de plachete echipate, relevînd îndeosebi faptul că studierea fluxului de producție al utilizatorului trebuie să cuprindă atît aspecte cantitative cît și calitative.

## 2. Elemente pentru calculul de dimensionare

Fiecare tip de plachetă trebuie analizat la început în lumina condițiilor tehnice pe care trebuie să le îndeplinească aplicația. În special gradul de complexitate al produselor, mărimea seriei și testabilitatea, influențează numărul de tipuri de plăci care se hotărăște a fi testat. Rezultă de obicei că din tabelul plăcilor produse de o întreprindere, se tratează 50 — 100% în sisteme de testare cu echipamente universale.

Sistemul de testare este prezentat în figura 1. Pentru simplificare s-a ales un sistem nearborescent (neramificat). În realitate, unele puncte de testare pot să lipsească, sau o parte din plăci să nu treacă prin toate nivelele de testare ale sistemului. De exemplu, unele tipuri de plăci care se produc în serie relativ redusă și se lipesc manual, după echipare nu mai trec prin etapa „VI", iar după lipire sînt testate direct funcțional „FD" întrucît defectele ca: scurt circuite și întreruperi, componente montate greșit sau lipsă, sînt mai puține. Stabilirea tipului de testare la care sînt supuse plachetele, a ramurilor fluxului de testare, constituie alegerea strategiei de testare.

Elementele de orientare pentru această alegere sînt oferite de literatura de specialitate, dar pentru fiecare caz concret trebuie determinate cu cît mai mare precizie, pentru a se putea apela, ca ultim criteriu de stabilire a variantei optime, la calculul tehnico-economic. Calculul tehnico-economic de eficiență va ține cont de costul detectării defectelor — dacă pe placa lipită costul detectării defectului este de 1 unitate, costul detectării componentei defecte este de 0,1 unități înainte de montaj și se ridică la 10 — 25 unități în cazul detectării componentei defecte în produsul finit. Trebuie de asemenea avut în vedere că în final producția sistemului de testare automată trebuie să fie egală cu numărul total de plăci necesar producției întreprinderii.

Presupunem că acest număr de plăci are un total de $D$ defecte. Dacă toate defectele sînt descoperite, în procesul de asamblare vor intra numai plăci fără defecte. Dacă sistemul

nu poate detecta toate defectele, rezultă că o parte din ele se vor manifesta în produsul finit. Este important să aflăm pentru fiecare nivel de testare, numărul de defecte care poate fi eliminat, pentru a-i aprecia astfel eficacitatea.

Precizăm că prin eficacitatea unui nivel de testare, înțelegem capacitatea acestuia de a detecta defectele, iar prin nivel de testare se înțelege, unul sau mai multe echipamente de testare automată, de același fel, care funcționează în paralel și sînt destinate diagnosticării aceluiași tip de defecte.

Diferitele surse din literatura de specialitate, precum și unele observații directe, au permis sintetizarea unor coeficienți care „guvernează" producția și eficacitatea sistemului de testare automată bazat pe echipamente de testare universale.

Dacă plachetele neechipate și componentele electronice nu sînt testate înainte de montaj, plăcile echipate defecte pot reprezenta 90 — — 100% din total.

*Nivelul CO*A .vînd un număr mediu de „$p$" componente pe placă, să presupunem că în medie „$p.a$" dintre acestea sînt defecte (rezultă că „$a$" reprezintă fracțiunea de componente defecte din lot și se poate determina ca o medie ponderată, funcție de AQL ale planurilor de control aplicate la controlul de recepție pentru fiecare tip de componentă în parte).

Notînd cu $N_1$ numărul de plăci care se echipează, rezultă că la montajul componentelor va trebui să ajungă un număr de $N_1.p$ componente bune.

Dacă la testarea componentelor vom introduce un număr de $N_0$ componente și dacă, pentru simplificare, vom presupune că numărul de defecte detectate este egal cu întreaga cantitate de componente defecte, rezultă că la operația de testare componente *CO* vor rezulta $D(CO)$ componente defecte și $N(CO)$ componente bune, unde :

$$D(CO) = a \cdot p \cdot N_1$$

$$N(CO) = (1 - a) \cdot p \cdot N_1$$

Evident că : $N_0 = D(CO) + N(CO)$.

*Nivelul PB.* Dintre plăcile neechipate supuse testării (fie $N_1$ numărul lor), să presupunem că la o primă trecere prin Testorul de plăci neechipate se detectează un număr de $B_1 \cdot N_1$ plăci defecte. O parte dintre ele : $r_1 \cdot N_1$ sînt reparate și apoi retestate, iar o altă parte : $b_1 \cdot N_1$ sînt rebutate. Rezultă deci că după prima trecere prin testor vor rezulta $D_1(PB)$ plăci defecte și $N_1(PB)$ plăci bune, unde :

$$D_1(PB) = B_1 \cdot N_1$$

$$N_1(PB) = (1 - B_1) \cdot N_1$$

iar după operația de reparare a celor $D_1(PB)$ plăci defecte vor rezulta $D_1'(PB)$ plăci rebutate și $N_1'(PB)$ plăci bune, unde :

$$D_1'(PB) = b_1 \cdot D_1(PB) = B_1 \cdot b_1 \cdot N_1$$

$$N_1'(PB) = (1 - b_1) \cdot D_1(PB) = (1 - b_1) \cdot \cdot B_1 \cdot N_1$$

Este evident că :

$$D_1(PB) = D_1'(PB) + N_1'(PB)$$

Intervine apoi retestarea celor $r_1 \cdot N_1$ plăci reparate. S-ar putea, teoretic, ca din nou o parte să fie defecte și să treacă din nou la reparare, iar în urma acestei operații unele să se rebuteze iar altele să fie retestate. Presupunînd că activitatea de reparare nu modifică ponderea inițială $B_1$ a plăcilor defecte din lot, rezultă că după a doua trecere prin testorul de plăci neechipate, din cele $N_1(PB)$ plăci testate vor fi detectate un număr $D_2(PB)$ plăci defecte și $N_2(PB)$ plăci bune. Din nou, în urma retestării după reparare, $D_2'(PB)$ vor fi rebutate și $N_2'(PB)$ vor fi retestate, unde :

$$D_2(PB) = B_1 \cdot N_1'(PB) = B_1^2 \cdot (1 - b_1) \cdot N_1$$

$$N_2(PB) = (1 - B_1) \cdot N_1'(PB) = (1 - B_1) \cdot \cdot (1 - b_1) \cdot B_1 \cdot N_1$$

$$N_2'(PB) = (1 - b_1) \cdot D_2(PB) = B_1^2 \cdot (1 - \cdot - b_1)^2 \cdot N_1$$

$$D_2'(PB) = b_1 \cdot D_2(PB) = b_1 \cdot B_1^2 \cdot (1 - b_1) \cdot N_1$$

În mod similar, la o a treia retestare vom obține :

$$D_3(PB) = B_1 \cdot N_2'(PB) = B_1^3 \cdot (1 - b_1)^2 \cdot N_1$$

$$N_3(PB) = (1 - B_1) \cdot N_2'(PB) = (1 - B_1) \cdot \cdot B_1^2 \cdot (1 - b_1)^2 \cdot N_1$$

$$N_3'(PB) = B_1^3 \cdot (1 - b_1)^3 \cdot N_1$$

Astfel, numărul plăcilor care sînt retestate în $i$ treceri este :

$$N(PB) = N_1'(PB) + N_2'(PB) + N_3'(PB) + \cdot \cdot \cdot + N_i'(PB)$$

adică :

$$(1 - b_1) \cdot B_1 \cdot N_1 + (1 - b_1)^2 \cdot B_1^2 \cdot N_1 +$$

$$+ (1 - b_1)^3 \cdot B_1^3 \cdot N_1 + \ldots$$

$$+ (1 - b_1)^i \cdot B_1^i \cdot N_1 = R_1 N_1$$

unde :

$$R_1 = (1 - b_1) \cdot B_1 \frac{1 - (1 - b_1)^i \cdot B_1^i}{1 - (1 - b_1) \cdot B_1}$$

Deci numărul total de plăci testate de testor este :

$$N(PB) = N_1 + R_1 \cdot N_1$$

Ceea ce am dorit să arătăm este că plăcile pot străbate de mai multe ori acest ciclu.
Valorile lui $R_1$ depind de calitatea plachetelor cu circuite imprimate.
Numărul de defecte detectat la nivelul PB este :

$$D(PB) = R_1 \cdot N_1 - N_1$$

*Nivelul MA.* Presupunem, fără a detalia, că şi celelalte materiale care se utilizează la montajul plăcii (conectori, conductori etc.) sînt testate şi că se detectează cu această ocazie $D(MA)$ defecte.

Totalul defectelor posibil a fi detectate la nivelele anterioare montajului plăcii este :

$$D_1 = D(CO) + D(PB) + D(MA)$$

Din totalul de defecte care se manifestă pe o placă, $D_1$ poate reprezenta în jur de 25%.

Analog, pentru celelalte nivele se pot obţine :

Pentru $VI$ : $D(VI) = R_2 \cdot N_2 - N_2$

Pentru $IN$ : $D(IN) = R_3 \cdot N_3 - N_3$

Pentru $FD$ : $D(FD) = R_4 \cdot N_4 - N_4$

La un lot de $N$ plăci cu $D$ defecte vor exista în medie pe fiecare placă $d$ defecte. Trebuie ţinut însă cont de faptul că, în realitate pe fiecare placă poate exista doar un număr întreg de defecte. Analizele efectuate au arătat că numărul de plăci fără defecte, cu un defect, cu două defecte etc. conduce, ca şi în exemplul prezentat în figura 2, la o distribuţie tipică de tip Poisson. Rezultă deci că fracţiunea cu exact $x$ defecte este: $\frac{d^x \cdot e^{-d}}{x!}$

La prima trecere prin test vor rezulta ca bune doar plăcile care nu au nici un defect. Pentru $x = 0$ şi făcînd convenţia că $0 = 1$, din relaţia de mai sus rezultă că ponderea plăcilor cu zero defecte este $e^{-d}$, deci numărul acestora

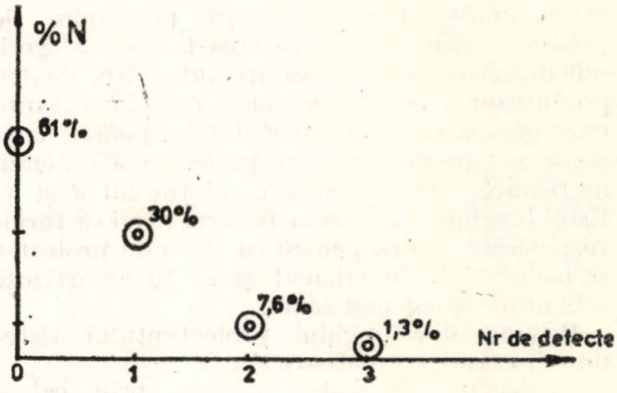



Fig. 2

este $N.e^{-d}$. Evident că restul plăcilor, cu unul sau mai multe defecte, vor trece la reparare şi vor parcurge din nou testul.

Definim eficacitatea testului şi o notăm cu $E$, ca fiind capacitatea echipamentului şi a programului de a identifica un defect, şi numărul mediu de defecte după parcurgerea testului ca fiind egal cu produsul dintre numărul mediu real de defecte existente pe plăci înaintea testului şi eficacitatea $E$ a testului.

În aceste condiţii, modificîndu-se corespunzător distribuţia Poisson pentru două treceri succesive prin test $i$ şi $i + 1$, producţiile celor două etape de test vor fi respectiv : $y_i = e^{-E \cdot d}$ şi $y_{i+1} = e^{-(1-E) \cdot d}$.

Precizăm încă o dată că $y_i$ reprezintă ponderea de plăci bune ale primei treceri prin test, iar $y_{i+1}$ ponderea de plăci bune care rezultă în următoarea etapă de testare $i + 1$, dintre cele trecute prin testul $i$.

Această producţie a testului este mai uşor de determinat prin numărarea plăcilor care trec testul $y_{i+1}$ şi a celor care sînt testate $y_i$, la o singură trecere prin nivelul (echipamentul) $i$.

Cu cele două valori se poate calcula eficacitatea testului şi numărul mediu de defecte :

$$E = \frac{\ln y_i}{\ln y_i + \ln y_{i+1}}$$

respectiv :

$$d = -\ln y_i - \ln y_{i+1}$$

unde $d$ este bineînţeles măsura calităţii procesului de montaj şi, în lipsa testărilor anterioare, a calităţii componentelor utilizate şi a circuitelor neechipate.

O anchetă efectuată între utilizatorii de echipamente de testare a relevat de exemplu că pentru testul „in cicuit" numeric, la valori ale lui $y_i$ cuprinde între 50 şi 70% şi $y_{i+1}$ între 90 şi 97%, se obţine o medie a eficacităţii $E = 0{,}917$, la o medie de defecte $d = 0{,}703$. Aceste valori depind de nivelul de testare, de

echipamente şi de calitatea procesului de producţie. Ele trebuie să stea la baza alegerii schemei sistemului de testare automată. Pentru producătorul de echipamente este importantă cunoaşterea valorilor lui $E$ şi $d$, iar pentru utilizator sau pentru cel care proiectează sistemul de testare, sînt importante valorile lui $d$ şi $N$. Este, bineînţeles, datoria fiecărei părţi să furnizeze aceste valori, pentru ca sistemul proiectat şi utilizat să fie eficient şi să se amortizeze într-un timp cît mai scurt.

Privind din unghiul proiectantului sistemului, etapele următoare sînt :

— alegerea variantei optime, prin calcul tehnico-economic al cheltuielilor de ansamblu (de producţie şi investiţie iniţială);

— întocmirea unor grafuri ale sistemului de testare care să conţină ramuri prin care să se aprecieze traseul necesar al obiectelor testate, cu noduri care reprezintă echipamente de test în cîteva variante.

Prezentul articol şi-a propus să sublinieze numai cîteva din aspectele legate de stabilirea unei strategii pentru cazul în care tehnologii optează pentru testarea automată.

Implementarea testării automate în industria noastră a făcut abia primii paşi. De aceea considerăm că principiile şi condiţiile enumerate în prezentul articol pot servi ca introducere în problematica de evaluare aproximativă a unor aplicaţii, şi pot convinge cititorul de influenţa pe care testarea automată o poate exercita atît asupra productivităţii muncii la operaţiile de testare cît şi asupra calităţii produselor.

## Paradoxul controlorului

Care este rolul controlorului de calitate sau al recepţionerului în postura de intermediar între FURNIZOR ŞI BENEFICIAR?

Pot apare 4 situaţii distincte :

1. **Produsul este bun şi controlorul îl acceptă.**

Dacă este bun, furnizorul oricum l-ar fi acceptat, ce rost are să mai apară în acest caz, un intermediar!

2. **Produsul este bun însă controlorul l-a respins.**

Furnizorul este, pe bună dreptate, nemulţumit; controlorul ar fi făcut bine să stea la el acasă, să nu mai încurce lucrurile!

3. **Produsul este necorespunzător, dar controlorul îl acceptă.**

De această dată, beneficiarul este nemulţumit; controlorul care nu a văzut nimic s-a dovedit total inutil!

4. **Produsul este necorespunzător, iar controlorul îl respinge.**

Furnizorul este nemulţumit pentru că i s-a respins produsul; beneficiarul este nemulţumit că nu primeşte livrarea pe care o aştepta; bravo ţie, controlorule, care ai reuşit să nemulţumeşti pe toată lumea.

Sărmane biet controlor! Cine va mai reuşi să te reabiliteze?

# Sisteme numerice de conducere tolerante la defecte

*COSTICĂ NITU* *

**REZUMAT**

În lucrare sînt trecute în revistă unele metode de proiectare a sistemelor numerice cu structuri tolerante la defecte între care : metoda structurilor cu regimuri de funcţionare de rezervă, metoda structurilor bazate pe tehnica votării şi metoda structurilor cu autoorganizare.

**Résumé**

Dans l'ouvrage on passe en revue quelques methodes de projeter les systemes numeriques à structures tolerantes aux défants parmi lesquelles : la methode des structures aux regimes de fonctionnement en reserve, la methode des structures basees sur la technique des votes et la methode des structures à autoorganisation.

**Abstract**

The work makes a review of some methods for designing numerical systems with failure tolerating structures such as : the method of spare operating regimes, the methode of structures based upon the technique of votes and the method of self-organizing structures.

Sistemele tolerante la defecte, numite şi cu toleranţă totală, au un grad înalt de organizare a structurilor, astfel încît funcţionarea acestora să fie invariabilă în timp şi independentă de apariţia unor defecte. În aceste sisteme se asigură menţinerea în funcţiune a unui echipament cu aceleaşi performanţe şi după apariţia unor defecte. Datorită acestor caracteristici de funcţionare cu toleranţă la defecte a unui echipament, nu sînt afectate nici performanţele sistemelor de conducere în care acesta este folosit. Dintre metodele de proiectare a unor structuri tolerante la defecte, cele mai utilizate sînt : metoda structurilor cu regimuri de funcţionare de rezervă, metoda cu echipamente similare de rezervă, metoda structurilor bazate pe principiul votării şi metoda sistemelor cu autoorganizare.

## 1. Metoda structurilor cu regimuri de funcţionare de rezervă

Într-un sistem de conducere există echipamente care pot avea mai multe regimuri de funcţionare. Un exemplu tipic în acest sens îl reprezintă regulatoarele numerice, care au prevăzute 2 sau 3 regimuri de funcţionare pentru comanda elementelor de execuţie. Astfel un regulator numeric poate funcţiona în regim automat sau în regim de conducere de la un calculator ierarhic superior. Aceste două regimuri de funcţionare nu sînt complet independente, deoarece trecerea de la un regim la altul, cu ajutorul unui bloc de transfer $BT$ trebuie să se facă fără şocuri în transmiterea comenzii şi cu autoechilibrare, adică prin program să se asigure o anumită curbă de variaţie a comenzii prin modificarea regimului de funcţionare. Conform acestei metode în regim normal de funcţionare calculatorul ierarhic superior este folosit pentru rezolvarea unor probleme de optimizare. La apariţia unor defecte la nivelul regulatoarelor numerice calculatorul preia funcţiile acestuia, fără a se modifica performanţele sistemelor de conducere. Prin această metodă se impune o rezervă de timp de calcul la calculatorul ierarhic superior, nefiind necesare echipamente speciale de rezervă, care să mărească preţul sistemului de conducere. Ca exemplu, pentru ilustrarea acestei metode se prezintă un regulator numeric monocanal, figura 1.

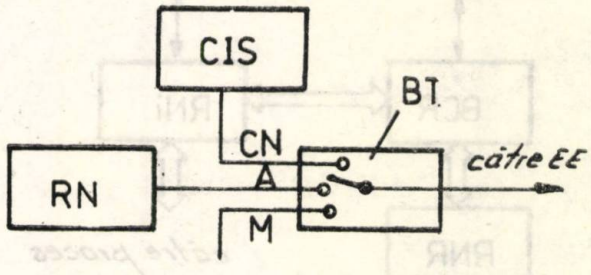



Figura 1. Structură de conducere cu regimuri de funcţionare de rezervă.

În regim normal de funcţionare, sistemul de reglare are mărimea de comandă pe regim automat ($A$), elementele de execuţie fiind conectate la ieşirea regulatorului. Cînd din testarea regulatorului numeric, prin programul de funcţionare al acestuia, sau cu ajutorul unui bloc specializat de testare, se constată apariţia unor defecte ale acestuia şi care afectează performanţele sistemului de reglare, se comandă schimbarea regimului de funcţionare, de exemplu se trece pe o comandă de la un

* Institutul Politehnic Bucureşti

calculator ierarhic de supervizare (*CIS*), fără a se modifica performanţele sistemului de conducere. Pentru cazul pornirii sau opririi procesului este prevăzut şi regimul de comandă manuală.

În sistemele numerice de reglare schimbarea regimului de funcţionare, ca rezultat al unor teste ale regulatorului numeric, precum şi comutarea automată a acestuia, se realizează mult mai eficient decît în echipamentele analogice de automatizare. Din acest motiv, metoda comutării automate a regimurilor de funcţionare reprezintă una dintre direcţiile de perspectivă pentru cercetările în acest domeniu. Această metodă, bazată pe utilizarea mai multor regimuri de funcţionare, se poate folosi în cazul unor echipamente de automatizare pentru un număr redus de bucle de reglare, atunci cînd este prevăzută funcţionarea în regim de supervizare cu calculatorul, ceea ce nu mai reprezintă o restricţie în conducerea proceselor.

## 2. Metoda structurilor cu echipamente similare de rezervă

În sistemele de conducere a proceselor, la care se impun condiţii severe de fiabilitate, este necesar ca indiferent de existenţa sau nu a nivelului ierarhic superior, regulatoarele numerice să permită proiectarea de sisteme de reglare tolerante la defecte. Prin metoda structurilor cu echipamente similare de rezervă, într-un sistem de conducere se foloseşte un regulator numeric de rezervă RNR figura 2,

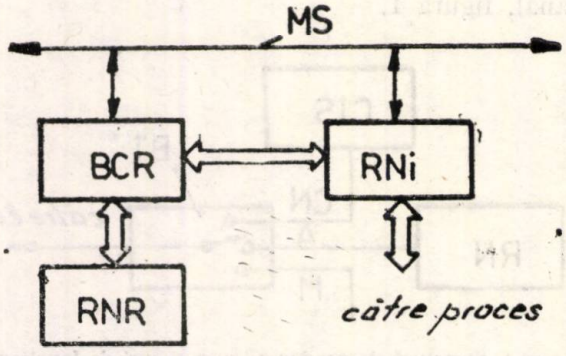



Figura 2. Structură de conducere cu regulatoare de rezervă.

comun pentru 8 sau 16 regulatoare numerice în funcţiune.

Pentru funcţionarea unui sistem de conducere cu regulator numeric de rezervă este necesară utilizarea unui bloc de comandă a rezervării (BCR), care să îndeplinească următoarele funcţii :

— să sesizeze apariţia unui semnal (DTW — wateh dog timer) emis de regulatorul numeric defectat ;

— să decupleze cu ajutorul unor relee regulatorul defectat de la liniile de semnal de la traductoare şi către elementele de execuţie ;

— să transfere conţinutul memoriei cu date vitale (parametri de acordare, codurile algoritmilor de conducere, valorile actuale ale unor parametri de conducere etc) ai regulatorului defectat în memoria regulatorului de rezervă ;

— să cupleze regulatorul de rezervă la liniile de semnal ale regulatorului defectat.

Regulatorul numeric de rezervă (RNR), în condiţii normale de funcţionare este decuplat, nefiind utilizat în conducerea procesului. Deoarece se foloseşte un regulator numeric de rezervă şi un bloc de comandă a rezervării pentru mai multe regulatoare numerice în funcţiune, prin adoptarea acestei metode de asigurare a toleranţei la defecte, faţă de un sistem convenţional de reglare, preţul va creşte cu aproximativ 15 %, ceea ce este admisibil pentru procese tehnologice din majoritatea ramurilor industriale. Această metodă se foloseşte pentru sisteme de conducere cu un număr mare de bucle de reglare, adică cu multe regulatoare numerice multicanal. În cazul extrem, al unui singur regulator numeric multicanal, prin această metodă creşte preţul pe bucla de reglare cu mai mult de 100 %, fiind necesară adoptarea unor metode mai simple.

În sistemele de conducere a proceselor se mai foloseşte metoda de asigurare a fiabilităţii prin utilizarea de echipamente similare de rezervă în următoarele cazuri :

— utilizarea mai multor console pentru operatorul de proces (COP), figura 3. Dacă o

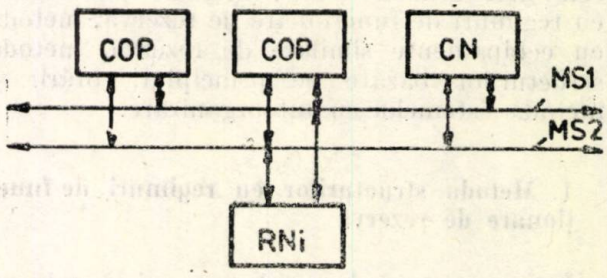



Figura 3. Structură de conducere cu console şi magistrale de rezervă.

consolă înlocuieşte practic panoul sinoptic dintr-o cameră de comandă şi care nu poate fi utilizată în mai multe exemplare, prin această metodă se realizează creşterea fiabilităţii procesului de conducere ;

— utilizarea a două magistrale seriale de comunicaţie $MS_1$ şi $MS_2$ (fig. 3), astfel încît în cazul defectării uneia dintre acestea, transmisiunile să se realizeze prin linii de rezervă. În prezent prin utilizarea cablurilor optice pentru linii de comunicaţii s-au obţinut performanţe înalte, inclusiv privind indicatorii de fiabilitate.

Utilizarea structurilor cu echipamente similare de rezervă are avantajul că programele suplimentare specifice sînt relativ simple, dar are dezavantajul că crește prețul echipamentelor de conducere a proceselor.

O variantă evoluată a sistemelor tolerante la defecte folosind echipamente similare de rezervă o constituie metoda blocului (echipamentului) expert [1]. Blocul expert reprezintă de fapt un testor inteligent, care se comută automat la fiecare echipament al sistemului de conducere și în cadrul unui interval de timp limitat verifică starea de funcționare a acestora. Prin această metodă echipamentele au programe de autotestare mai simplificate și deci se obține o rezervă mai mare de timp de calcul. Dacă blocul expert depistează defectarea unui echipament, atunci preia funcțiile acestuia. Prin această metodă se introduce noțiunea de profunzime de afectare a funcțiilor unui echipament la apariția unui defect. Un echipament la care a apărut un defect, trebuie înlocuit numai cînd profunzimea de afectare a performanțelor depășește o limită, care este specifică fiecărui echipament și care depinde și de modul de utilizare a acestuia.

### 3. Metoda structurilor bazate pe tehnica votării

În unele sisteme de conducere problema toleranței la defecte impune condiții severe de alegere a metodelor de asigurare a fiabilității. Una dintre metodele la care prin creșterea volumului de echipamente se poate asigura o funcționare practic permanentă a sistemului de conducere se bazează pe principiul votării. De exemplu, în figura 4, folosind trei regulatoare numerice identice și un bloc de votare $V$ (numit voter) se poate depista apariția unui

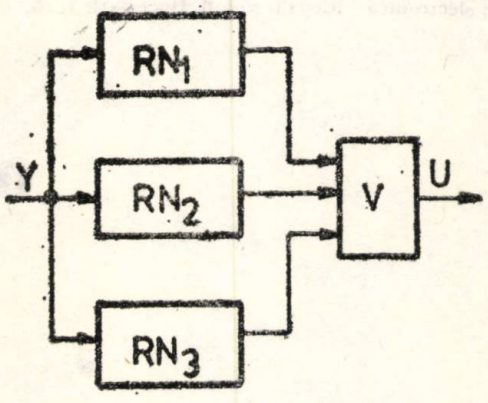



Figura 4. Structură de conducere utilizînd tehnica votării.

defect într-un regulator numeric, deoarece ieșirea acestuia diferă de ieșirile celorlalte două regulatoare numerice. Prin această metodă se poate folosi un număr de echipamente mai mare de trei, care este numit uneori și triplete. La apariția unui defect, elementul de votare $V$, semnalizează noua situație operatorului, care poate interveni pentru înlăturarea/remedierea acestuia.

Metoda structurilor de conducere bazate pe tehnica votării constă în funcționarea în paralel a unui număr impar de echipamente, ieșirile cărora se compară cu ajutorul echipamentului de votare. Prin aceasta, structura sistemului de conducere are un grad ridicat de redondanță, prețul pe bucla de reglare putînd crește cu circa 300 % în cazul utilizării tripleților sau cu mai mult, în alte structuri.

### 4. Metoda structurilor cu autoorganizare

Pentru realizarea unor sisteme tolerante la defecte se pot proiecta echipamente cu structuri bazate pe principiul autoorganizării în cazul apariției unor defecte. Prin această metodă se urmărește ca echipamentul să rămînă în funcțiune prin modificarea structurii, astfel încît partea defectă să fie izolată.

Ca exemplu de utilizare a unor echipamente tolerante la defecte avînd la bază principiul structurilor cu autoorganizare se va prezenta cazul elementelor de execuție realizate cu tiristoare și comandate cu regulatoare numerice.

În cazul utilizării microprocesoarelor în construcția regulatoarelor numerice se pot folosi noi metode pentru comanda tiristoarelor, ceea ce permite simplificarea structurii sistemelor de reglare. În echipamentele de reglare convenționale se utilizează metode numerice atît pentru comanda după unghi, cît și pentru comanda după un număr de semiperioade. Alegerea metodei de comandă numerică a tiristoarelor se face în funcție de caracteristicile dinamice ale procesului și de condițiile de funcționare a echipamentelor de automatizare. Practica proiectării și exploatării echipamentelor de automatizare cu elemente de execuție pe tiristoare arată că sînt necesare măsuri care să evite pierderea controlului procesului automatizat datorită defectării circuitelor de comutație. Astfel, în cazul apariției unui scurtcircuit anod-catod la un tiristor, reglarea automată sau trecerea pe regim de comandă manuală nu mai este posibilă.

Pentru proiectarea unei interfețe tolerante la defectarea componentelor de comutație de putere, atunci cînd se folosește comanda numerică cu regulatoare automate cu microprocesoare, se poate folosi structura prezentată în figura 5. Elementul central al interfeței este un modul de control și de comutație MCC, care are mai multe intrări și ieșiri. Semnalele de intrare în acest modul servesc pentru controlul funcționării interfeței IF, care este în funcțiune, iar semnalele de ieșire servesc pentru blocarea, respectiv pentru validarea funcționării

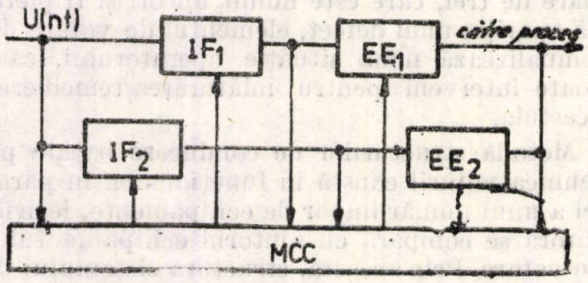



Figura 5. Structură de conducere cu autoorganizare.

unei interfețe și a unui element de execuție EE.

Modulul de control și comutație MCC poate avea un algoritm de funcționare realizat prin programul microprocesorului din unitatea centrală a regulatorului numeric, pe baza informațiilor privind starea elementelor controlate. Pentru simplificarea schemelor de implementare a structurilor prezentate pentru interfețe tolerante la defecte este necesar un compromis între partea de algoritm implementat prin programul microprocesorului din regulatorul numeric și cea implementată cu circuite integrate. În cazul proceselor lente este posibil ca algoritmul de funcționare a modulului de control și comutație să fie implementat prin program, deoarece microprocesoarele din regulatorul numeric au o anumită rezervă de timp de calcul în cadrul fiecărei perioade de funcționare și care este suficientă pentru operațiile logice și de calcul prezentate.

Utilizarea unei interfețe care este tolerantă la defectele componentelor de comutație din circuitul de forță, necesită măsurarea unui parametru intermediar, adică a curentului prin rezistența de încălzire. Pentru un control mai riguros al unor grupuri de triacuri se poate controla curentul în fiecare ramură a circuitelor de comutație, ceea ce mărește numărul de semnale analogice controlate. Măsurarea curentului în circuitul de forță are în acest caz două funcții : liniarizarea caracteristicii statice și controlul funcționării corespunzătoare a elementelor de execuție.

În concluzie, metodele cu structuri tolerante la defecte au următoarele caracteristici :

— structurile au un grad ridicat de redondanță adică raportul între costul total al echipamentului utilizat și al unui echipament cu funcții similare neredondant este mare. De exemplu, la sisteme cu structuri bazate pe principiul votării, gradul de redondanță este cel mai ridicat, existînd practic cel puțin o triplare a echipamentului neredondant ;

— structurile tolerante la defecte au implementate programe suplimentare prin care se stabilește logica de funcționare și de comutare. Aceste programe specifice metodei utilizate au un volum mare și deci necesită o memorie suplimentară, crescînd puternic prețul de cost.

Din studiul caracteristicilor structurilor tolerante la defecte rezultă că acestea au o mare complexitate hard-soft, din care motiv sînt utilizate în cazul unor aplicații speciale, ca de exemplu în conducerea aparatelor de zbor, în cercetări spațiale și la procese tehnologice cu riscuri ecologice de mare amploare.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Nitu C., :* Structuri de regulatoare numerice tolerante la defecte, Lucrările simpozionului național „Teoria sistemelor" vol. 1, Craiova 1986,

[2] *Călin S., Dumitrache I., Nitu C. :* Reglarea numerică a proceselor tehnologice, Ed. Tehnică, 1984.

[3] *Nitu C., :* Structuri tolerante la defecte în sisteme numerice cu microprocesoare, Lucrările conferinței internaționale „Sisteme informaționale în industrie", mai, București, 1985.

[4] *Nitu C., :* Proiectarea structurilor numerice de reglare tolerante la defecte, Lucrările conferinței „Noi tehnologii în electronică" ICSITE vol. 6, București, 1985.

# Garanţii privind asigurarea parametrilor şi indicatorilor de fiabilitate

*VASILE NITU** şi *MANFRED STEIN***

**REZUMAT**

În lucrare sînt analizaţi parametri şi indicatori de fiabilitate care fac obiectul garanţiilor între furnizorii şi beneficiarii de echipamente energetice.

**Résumé**

Dans l'ouvrage analyse les parametres et les indicateurs de la fiabilité qui constituent l'objet des garanties entre les fournisseurs et les beneficiaires des equipements energetiques.

**Abstract**

In the paper the reliability parameters and indicators under warranty between energetical equipment suppliers and beneficiaries are analysed.

Este cunoscut faptul că una dintre condiţiile primordiale pentru elaborarea unor analize de fiabilitate, oricare ar fi domeniul tehnicii, sistemul sau scopul, pentru care acestea se efectuează, constă în existenţa unor parametri de fiabilitate specifică pentru fiecare entitate care intră în componenţa sistemului analizat.

Totodată, orice beneficiar care achiziţionează un produs, inclusiv energie electrică sau termică, doreşte să fie convins că pe o anumită durată de timp acest produs îşi va îndeplini funcţiunile impuse şi calitatea în anumite limite acceptabile sau, în cazul livrării de energie, aceasta se va realiza în condiţii de continuitate convenite.

Consecinţele nerealizării condiţiilor de calitate impuse produsului sau a funcţiunilor sale pe o anumită durată de timp sînt foarte diferite. Ele variază între riscul beneficiarilor de a avea daune egale cu preţul pe care l-au plătit pentru produs, pînă la riscuri, cu totul excepţionale, în cazul unor anumite sisteme cum sînt cele din cadrul cosmonauticii, centralelor nucleare-electrice sau ale unor anumite procese tehnologice. Este deci justificat ca pretenţiile pe care le prezintă unii beneficiari faţă de furnizori (fabricanţii echipamentelor sau scheme de alimentare cu energie) să fie şi ele foarte diferite, aceste pretenţii referindu-se în primul rînd la garanţiile pe care furnizorul trebuie să le ofere pentru calitatea şi fiabilitatea produselor livrate.

Sistemul energetic, prin instalaţiile sale de producere, transport, transformare şi distribuţie a energiei electrice şi termice se situează, din punctul de vedere al condiţiilor de fiabilitate cerute pentru echipamentul component, printre sistemele cele mai pretenţioase. Acest aspect este justificat de repercursiunile şi daunele deosebit de mari care se pot produce în cazul unor defecţiuni în funcţionarea instalaţiei sistemului. În acest sens, trebuie menţionat faptul că, pe măsura dezvoltării sistemelor energetice ca putere instalată sau ca structuri ale reţelelor, exigenţele privind fiabilitatea echipamentelor creşte, şi că odată cu implementarea în sistem a centralelor nuclearo-electrice aceste pretenţii devin maximale.

În mod concret, asemenea pretenţii vor fi exprimate prin pretinderea de la furnizorii de echipamente a unor parametri de siguranţă cuantificabilă care să fie garantaţi şi a căror realizare în exploatare să fie verificabilă.

## Parametrii care fac obiectul garanţiilor între furnizori şi beneficiarii de echipament energetic

Stabilirea unui sistem eficace de garanţii, ca şi al verificării valorilor garantate pentru parametri specifici, este o problemă delicată, cu multe implicaţii şi, de aceea, ea poate să-şi găsească rezolvarea numai în cadrul unei strînse conlucrări între beneficiar şi furnizor pentru găsirea unor situaţii şi soluţii de compromis convenabile ambelor părţi. În cele ce urmează se va expune una dintre alternativele posibile.

Echipamentele utilizate în instalaţiile electro-energetice prezintă o deosebit de mare varietate, atît funcţională cît şi constructivă. Astfel, din punctul de vedere care ne interesează, ele pot fi împărţite în două mari grupe sau categorii:

1. echipamente (sau materiale) pentru care durata de viaţă este egală cu durata de funcţionare pînă la primul defect;

2. echipamente a căror durată de viaţă este normată şi care, dacă se defectează, se repară, deci sînt supuse unor acţiuni de mentenanţă corectivă şi preventivă.

Sub un alt aspect pot fi deosebite echipamente de mare serie, instalate în cantitate mare în sistem sau chiar într-o singură instalaţie şi

* I.P.B.
** I.S.P.E.

echipamente de serie mică sau chiar unicate (sau fabricate pentru prima oară).

În funcţie de grupa (sau categoria) în care anumite tipuri de echipamente pot fi încadrate, se stabilesc şi parametri de siguranţă specifici care urmează a constitui obiectul garanţiilor.

În vederea stabilirii unei strategii de conlucrare între fabricanţi şi beneficiari, privind garanţiile asupra unor parametri de fiabilitate, sînt de parcurs următoarele etape :

— o primă etapă care trebuie parcursă este convenirea cu fabricantul de echipamente a tipurilor de indicatori specifici fiecărei grupe mai sus amintite ;

— a doua etapă o constituie înţelegerea între beneficiar şi furnizor a modalităţilor pe baza cărora părţile sînt de acord să se facă verificarea, în exploatare, a realizării valorilor garantate pentru parametri de fiabilitate. Este de la sine înţeles că fără un asemenea procedeu de verificare, garantarea unor anumite valori nu are sens ;

— în sfîrşit, a treia şi ultima etapă în precizarea unei relaţii corecte beneficiar — fabricant este aceea a stabilirii unor eventuale corelaţii cost — fiabilitate pe de o parte, şi a modalităţilor de despăgubire sau a altor obligaţii pe care le-ar avea fabricantul faţă de beneficiar, în cazul nerespectării valorii parametrilor garantaţi.

Din cele expuse mai sus rezultă că în prima etapă trebuie ca parametrii de fiabilitate care urmează a fi garantaţi să satisfacă trei condiţii principale şi anume :

*a*) să fie adaptaţi tipului de echipament ;

*b*) să fie demonstraţi în exploatare ;

*c*) să se refere la apariţia unor tipuri de defecţiuni corect şi univoc definite.

*Echipamente nereparabile*

În ceea ce priveşte condiţia *a*) trebuie avute în vedere specificul celor două categorii (grupe) 1) şi 2) de echipamente amintite înainte. Acest specific constă în faptul că echipamentele din prima categorie (1) sînt elemente nereparabile, deci funcţionează numai pînă la primul defect, şi că numărul lor în instalaţiile energetice poate fi, în general, foarte mare. (De exemplu, izolatoare, condensatoare, cleme etc). Ţinînd seama de acest specific, parametrii de fiabilitate care ar putea constitui obiectul unor garanţii şi ar satisface totodată condiţiile *a*) şi *b*) sînt :

— numărul mediu de elemente (echipamente) defectate într-un interval de timp $(0, t)$, raportat la numărul de elemente echipamente în funcţiune ($n$ %) ;

— numărul maxim garantat de elemente (echipamente) defectate într-un interval de timp $(0, t)$, raportat la numărul de elemente în funcţiune ($n_g$ %)*.

În cazul în care elementele nereparabile sînt în cantitate mare, indicatorul $n_g$% poate fi stabilit fără dificultăţi prin încercări în fabrică şi apoi garantat, în condiţiile preluării unui anumit risc de depăşire acceptabil pentru furnizor.

În cazul în care numărul de elemente nereparabile este relativ redus, deci primul tip de parametru nu este suficient de semnificativ şi se poate admite (sau demonstra) că numărul de producere a defecţiunii la aceste elemente se poate modela cu ajutorul unui proces Poisson ; una dintre posibilităţile de preliminare a riscului garanţiilor poate fi exprimată prin posibilitatea ca elementul să nu supravieţuiască pînă la „$t$" şi se exprimă cu ajutorul relaţiei generale :

$$P(T_n \leqslant t) = P[(x)(t) \geqslant n] \qquad (1)$$

care pentru $n = 1$ este evident :

$$R(T_{f_1} \leqslant t_g) = P(X(t_g) \geqslant 1) = 1 - e^{\lambda t_g} \qquad (2)$$

în care :

$T_n$ — durata pînă la apariţia defectului „$n$" ;

$n$ — numărul de defecţiuni ;

$T_{f_1}$ — durata de funcţionare pînă la defecţiune ;

$t_{g1}$ — durata pentru care se preia garanţia funcţionării ; pînă la primul defect ;

$\lambda$ — intensitatea la defectare ;

$R_f$ — riscul furnizorului care garantează „$t_{g1}$".

Astfel, pentru un element (de exemplu, un condensator de un anumit tip) al cărui intensitate de defectare ar fi 0,05 an$^{-1}$ ($\lambda = 0{,}05$) respectiv 0,01 ($\lambda = 0{,}01$) riscul $P(T \leqslant t_g)$ este reprezentat în figura 1.

Ca şi în primul caz şi acest tip de parametru satisface cele două condiţii (*a* şi *b*).

Din curbele din fig. 1 se poate desprinde faptul că pentru a garanta durate de funcţionare acceptabile pentru beneficiar, valoarea riscului pe care şi-l asumă beneficiarul atunci cînd garantează o anumită valoare pentru „$t_g$" trebuie să varieze în funcţie de „$\lambda$" (de fiabilitatea produsului) şi anume să crească odată cu scăderea fiabilităţii. Cu alte cuvinte, cu cît fiabilitatea produsului livrat este mai slabă, furnizorul trebuie să admită un risc mai mare, atunci cînd convine un „$t_g$" cu beneficiarul.

---

* În continuare parametrii de garanţie vor avea indicele „$g$"

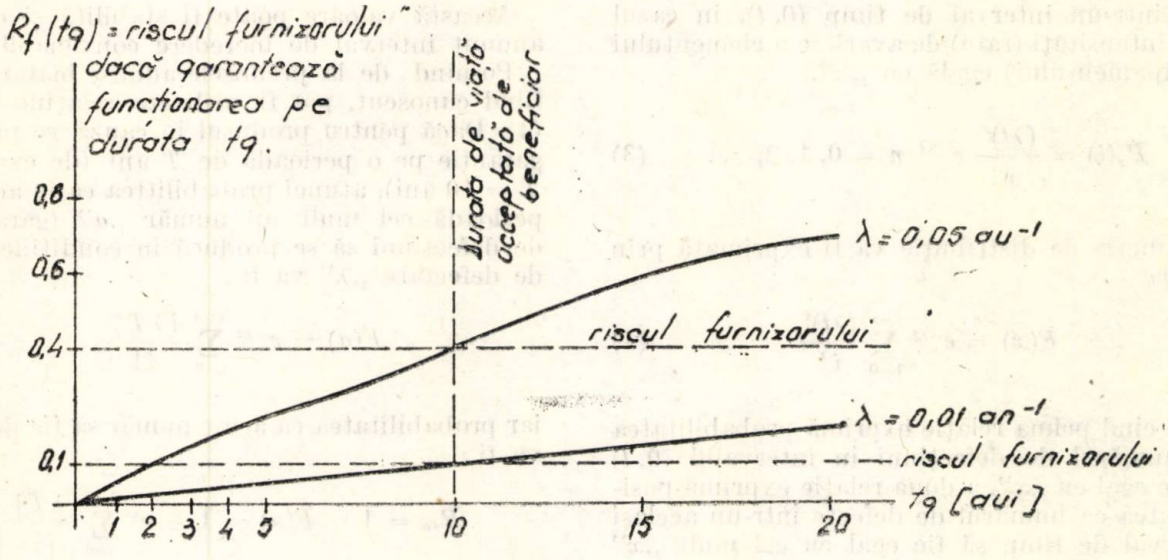



Fig. 1

*Echipamente reparabile*

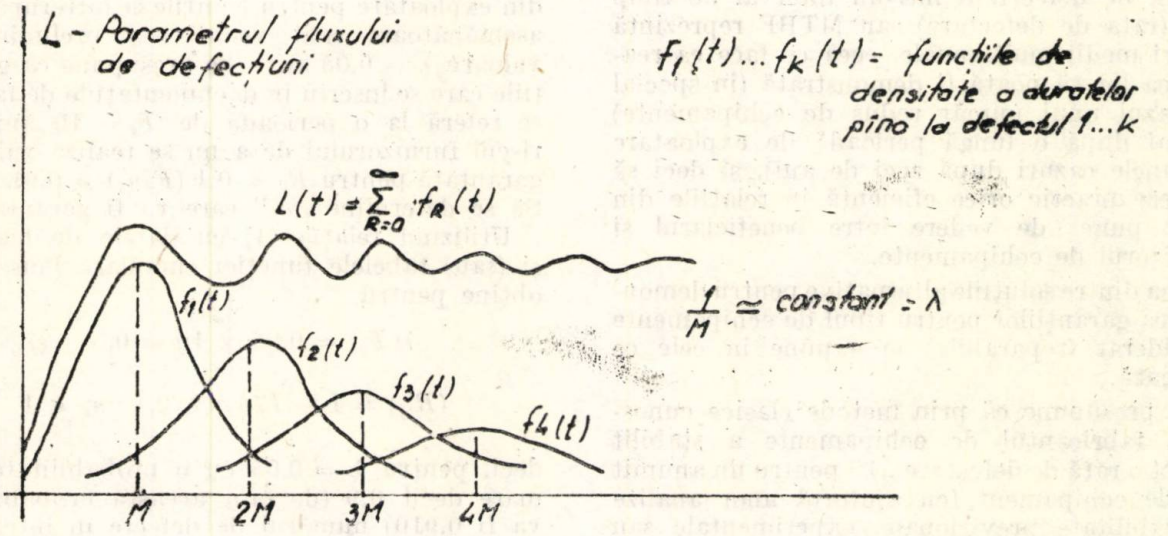
În cazul elementelor (echipamentelor) din a doua categorie, adică al echipamentelor reparabile, problemele garantării parametrilor de fiabilitate pot fi prezentate după cum urmează :

Înainte de a trece la considerații privind garanțiile în aceste cazuri, se consideră util și necesar a se evidenția faptul că echipamentele supuse unor acțiuni de mentenanță pot fi considerate, în mod practic, în toate cazurile, ca prezentînd o distribuție exponențială pentru duratele de funcționare între defecte succesive.

Astfel, se demonstrează (1) că, dacă se admite presupunerea că raportul între durata unei acțiuni de mentenanță și durata de funcționare este foarte mic, adică se poate admite că durata de menținanță este neglijabilă față de durata de funcționare între două defecte succesive, și că durata de la ulimul defect înregistrat este suficient de mare, atunci în regim stabilizat (vezi fig. 2) procesul evoluează ca și în cazul unei distribuții exponențiale a duratelor de funcționare. În exploatare toate premisele mai sus arătate sînt practic îndeplinite.

Ținînd seama de cele arătate mai sus se va considera, în continuare, că elementele (echipamentele) reparabile pot fi considerate ca prezentînd o distribuție exponențială a duratelor de funcționare, deci o intensitate de defectare $\lambda$ = constant, egală ca valoare cu rata de defectare. Această premisă admite, implicit, presupunerea că numărul de întreruperi într-un interval de timp poate fi modelat printr-un proces Poisson.

În această presupunere, relația (3) reprezintă densitatea distribuției, numărului de defecțiuni



„$n$" într-un interval de timp $(0, t)$, în cazul unei intensităţi (rate) de avariere a elementului (echipamentului) egală cu „$\lambda$".

$$P_x(t) = \frac{(\lambda t)^x}{x!} e^{-\lambda t} \quad n = 0, 1, 2, \ldots \qquad (3)$$

iar funcţia de distribuţie va fi exprimată prin relaţia

$$F(x) = e^{-\lambda t} \sum_{1=0}^{i=x} \frac{(\lambda t)^i}{i!} \qquad (4)$$

Pe cînd prima relaţie exprimă probabilitatea ca numărul de defecţiuni în intervalul $(0, t)$ să fie egal cu „$x$", a doua relaţie exprimă posibilitatea ca numărul de defecte într-un acelaşi interval de timp să fie egal cu cel mult „$x$" defecte.

După aceste scurte consideraţii teoretice se poate reveni la problemele garanţiei privind elementele reparabile (pentru care se va presupune tot timpul că duratele de reparaţii în urma unor defecţiuni sînt neglijabile în raport cu durata de bună funcţionare).

Astfel, dacă fabricantul cunoaşte, adică determinînd printr-o anumită metodă (previzională, experimentală etc.) o anumită valoare pentru rata de defectare „$\lambda$" a unui produs, el cunoaşte de fapt şi durata medie între două defecte, adică media timpului de bună funcţionare (MTBF). Deşi acesta este un parametru destul de reprezentativ, el nu corespunde cerinţei ($b$), adică în unele cazuri nu poate fi demonstrat (verificat) în exploatare de către beneficiar şi deci acesta nu poate aduce, în practică, vreo dovadă concludentă furnizorului că valorile garantate de acesta nu s-au reflectat în realitate.

Aceasta se datoreşte faptului că numărul mediu de defecţiuni într-un interval de timp dat (rata de defectare) sau MTBF reprezintă valori medii multianuale, ceea ce face ca realizarea lor să poată fi demonstrată (în special în cazul unui număr redus de echipamente) numai după o lungă perioadă de exploatare (în unele cazuri după zeci de ani), şi deci să anuleze practic orice eficienţă în relaţiile din acest punct de vedere între beneficiarul şi furnizorul de echipamente.

Una dintre soluţiile alternative pentru demonstrarea garanţiilor pentru tipul de echipamente considerat (reparabile) se expune în cele ce urmează.

Se presupune că prin metode clasice cunoscute, fabricantul de echipamente a stabilit corect o rată de defectare „$\lambda$" pentru un anumit tip de echipament (cu ajutorul unor analize de fiabilitate previzionale, experimentale sau operaţionale).

Această valoare poate fi stabilită şi cu un anumit interval de încredere convenabil ales.

Pornind de la premisele admise înainte, „$\lambda$" fiind cunoscut, pot fi utilizate relaţiile (3) şi (4). Dacă pentru produsul în cauză se preia o garanţie pe o perioadă de $T$ ani (de exemplu $T = 10$ ani), atunci probabilittea ca în această perioadă cel mult un număr „$a$" (garantat) de defecţiuni să se producă în condiţiile ratei de defectare „$\lambda$" va fi :

$$F(a) = e^{-\lambda t} \sum_{i>0}^{i>a} \frac{[\lambda T]^i}{i!} \qquad (5)$$

iar probabilitatea ca acest număr să fie depăşit va fi :

$$R_{fa} = 1 - F(a) = 1 - e^{\lambda t} \sum_{i=0}^{i=a} \frac{[\lambda T]}{i!} \qquad (6)$$

reprezintă riscul fabricantului. Astfel se poate calcula riscul ca pe o durată oarecare $T_g$ (intervalul de timp pentru care se preia garanţia) să se constate un număr de defecţiuni mai mare decît cel garantat „$a$" $= n$.

Garantînd acest număr de defecţiuni în intervalul de timp $T_g$ (pentru fiecare element/echipament livrat) fabricantul va garanta de fapt că rata de defect indicată în documentaţii „$\lambda$", este corect determinată. Deci, beneficiarul controlează parametrul de fiabilitate prin constatarea ca într-un interval de timp de exploatare al produsului $T_{exp} \leqslant T_g^m s$ a produs un număr de defecţiuni mai mare decît „$n$" ceea ce înseamnă :

*Exemplu* :

Fie un întrerupător de 110 kV de un tip nou modernizat pentru care, prin mijloacele unei analize previzionale de fiabilitate (bazată şi pe date statistice de comportare, culese din exploatare pentru tipurile de întrerupătoare asemănătoare mai vechi) s-a preliminat o valoare $\lambda = 0{,}05$ an$^{-1}$. Se presupune că garanţiile care se înscriu în documentaţiile de fabrică se referă la o perioadă de $T_g = 10$ ani. Fie riscul furnizorului de a nu se realiza valoarea garantată pentru $R_g \leqslant 0{,}1$ $(F/n_g) \geqslant 0{,}9)$.
Să se determine „$n_g$" care va fi garantată.

Utilizînd relaţia (4) cu datele de mai sus şi (sau) tabelele funcţiei cumulate Poisson se obţine pentru

$$\lambda(T_g) = 0{,}05 \times 10 = 0{,}5 \quad \text{şi}$$

$$(R_{t_g}) = 1 - F(n_g) \leqslant 0{,}1 : n_g \leqslant 1$$

deci, pentru $\lambda = 0{,}05$ cu o probabilitate mai mare decît 0,9 (de fapt această probabilitate va fi 0,910) numărul de defecte în intervalul $T = 10$ ani, $n_d$ nu va depăşi 1.

În consecință, în condițiile de mai sus furnizorul va indica în documentația tehnică a intensității de defectare la 0,05 ani și o valoare maximă garantată a numărului de defecte de 1 defect în 10 ani.

Dacă pe parcursul unui interval de timp din cadrul celor 10 ani de garanție se va produce mai mult decît 1 defect, beneficiarul poate să demonstreze furnizorului că acesta nu a respectat garanția dată.

Este interesant de remarcat că din analiza tabelelor funcției de repartiție Poisson, rezultă că raportul între numărul maxim de defecte „$a$" și valoarea media $\lambda T_g$ a numărului de defecte pentru valoarea de risc apropiată $R$, este cu atît mai mare, cu cît este mai mică această valoare medie, fig. 3.

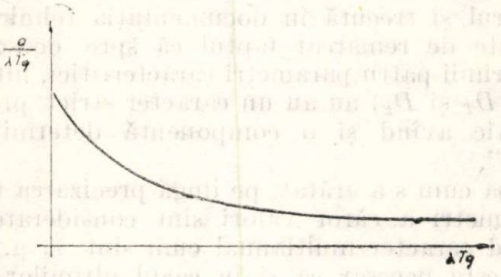



Fig. 3

Pentru echipamentele electrice, obligațiile furnizorului la depășirea valorilor garantate urmează a fi stabilite de la caz la caz, pentru fiecare tip de produs în parte, ținîndu-se eventual seama și de consecințele care la o defecțiune a unui anumit echipament, se produce la beneficiar.

Un alt parametru important care caracterizează fiabilitatea echipamentelor reparabile este „durata medie a unei stări de defect „$t_d$". În marea majoritate a metodelor de calcul a fiabilității instalațiilor se consideră că duratele stărilor de defect sînt repartizate și ele conform unei distribuții exponențiale de parametru „$\mu$" numit „intensitatea de reparații" și egală cu inversul duratei medii a stării de defect $\mu = \frac{1}{t_d}$. Nu se poate afirma însă că presupunerea făcută este valabilă în toate cazurile, deși în majoritatea calculelor de fiabilitate din domeniul instalațiilor energetice, premisa este acceptată aproape în unanimitate.

Se consideră că și acest parametru este necesar a fi garantat, dat fiind că pe lîngă aprecierea și sub acest aspect al nivelului de fiabilitate al produselor, acest parametru constituie o importantă dată de intrare în calculul fiabilității instalațiilor unui sistem energetic.

Și în privința garanțiilor asupra valorii acestui parametru pot fi luate în considerare principiile asemănătoare cu cele expuse pentru cazul frecvenței defecțiunilor.

Astfel, admițînd distribuția exponențială pentru duratele de defect, probabilitatea ca un defect să nu dureze un timp mai mare decît „$t_g$" este

$$1 - G = e^{-\mu t_g} \qquad (7)$$

$t_g$ — durata maximă garantată a unei stări de defect.

Probabilitatea ca toate defectele care se produc într-un interval $(0, T_g)$ să nu depășească o durată „$t_g$", va rezulta, ținînd seama și de relația (4).

$$L = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{(\lambda T_g)^i (1-G)^i}{i!} = e^{-\lambda T_g} \sum_{i=0}^{\infty} \frac{[\lambda T(1-G)]^i}{i!}$$

$$= e^{-\lambda T_g} e^{+\lambda T_g (1-G)} = e^{\lambda TG} = e^{-(\lambda T_g e^{\mu t_g})} \ldots \qquad (8)$$

Riscul ca această valoare „$t_g$" să fie depășită va fi deci

$$R_d = 1 - L = 1 - e^{-(\lambda T_g e^{-\mu t_g})} \ldots \qquad (9)$$

deci și în acest caz, furnizorul de echipamente, cunoscînd și prezentînd valorile pentru indicatorii $\lambda$ și $\mu$, poate să-și calculeze ce risc preia în cazul în care garantează că durata nici unei defecțiuni nu va depăși o anumită valoare garantată „$t_g$".

Exemplu : Fie datele din exemplul precedent, la care se mai precizează că $\mu = 1000$ an$^{-1}$ (durata medie a unei reparații $t_d = \frac{1}{1000}$ an $= \frac{8700}{1000} = 8{,}7$ ore)

Se obține din relația (9) că pentru durata maximă garantată a unei stări de defect egală cu $t_g = 20$ ore și cu $\mu = \frac{1}{t_d} = \frac{1}{8{,}7}$ ore$^{-1}$ $= 0{,}115$ an$^{-1}$ apare un risc de depășire a valorii garantate. :

$$R_d = 1 - e^{-(0{,}01 \times 10 \times e^{-0{,}115 \times 20})} = 0{,}077$$

sau o probabilitate a încadrării în garanție de

$$1 - 0{,}077 = 0{,}923$$

În afara celor patru parametri de fiabilitate caracteristici pentru echipamentele reparabile care au fost analizate pînă aici, adică :

— intensitatea (rata de defectare) „$\lambda$"

— intensitatea de reparare „$\mu$"

— numărul maxim garantat de defecte „$n_g$" (într-un interval de timp)

— durata maximă garantată a unui defect „$t_g$"

mai sînt ceruți încă doi parametri care, parțial decurg din primii doi enumerați mai sus și anume :

— probabilitatea de succes :

$$P = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \quad [q = 1 - p] \tag{10}$$

— disponibilitatea în timp

$$D_T = \frac{T_f}{T_{calendaristic}} = \frac{T_{calend} - (T_{def} + T_M)}{T_{calend}} \tag{11}$$

în care :

$T_{calend}$ — timpul calendaristic (de obicei 1 an)

$T_{def}$ — timpul total de defect pe durata $T_{calend}$

$T_M$ — durata totală a acțiunilor de mentenanță preventivă în $T_{calend}$, care sînt impuse și prescrise de furnizor.

Deoarece $T_{def} = (T_{calend} - T_M) \cdot q$

$$D_T = \frac{T_{calend} - [(T_{calend} - T_M) \cdot q + T_M]}{T_{calend}}$$

din care rezultă

$$D_T = p \frac{T_{calend} - T_M}{T_{calend}} = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \cdot \frac{T_{calend} - T_M}{T_{calend}} =$$

$$= \frac{\mu}{\lambda + \mu} \left(1 - \frac{T_M}{T_{calend}}\right) = p \left(1 - \frac{T_M}{T_{calend}}\right) \tag{12}$$

Pentru anumite tipuri de echipamente, în special (cazane, turbine, generatoare, mori de cărbune, pompe etc.) din instalațiile de producere de energie electrică sau termică, un parametru suplimentar poate fi cerut respectiv urmărit în exploatare. Acesta este parametrul $D_E$ — disponibilitatea în energie (sau în debit)

$$D_E = \frac{E_R}{N_{nom} \cdot T_{calend}} \tag{13}$$

în care :

$E_R$ — este (după caz) energie electrică, termică sau debitul realizat pe durata în care echipamentul este în funcțiune

$N_{nom}$ — puterea sau debitul nominal

Acest tip de parametru este menit a demonstra calitatea unui asemenea tip de echipament de a funcționa la parametri tehnici nominali stabiliți în documentația tehnică a produsului (putere sau debit nominal).

În condiții normale de funcționare $E_R$ trebuie să fie :

$$E_R = N_{nom} \cdot T_f = N_{nom}[T_{calend}(T_{def} + T_M)] \tag{14}$$

Deci :

$$D_E = \frac{N_{nom}[T_{calend} - (T_{def} + T_M)]}{N_{nom} \cdot T_{calend}} = \frac{T_f'}{T_{calend}} = D_T \tag{15}$$

(vezi relația (11).

În cazul în care această condiție este neîndeplinită înseamnă că, pe durata de funcționare efectivă $T_f$, produsul nu asigură funcționarea la puterea sau debitul nominal. Deoarece chiar pe durata funcționării efective un echipament complex (de ex. în cazul ieșirii din funcțiune a unor agregate auxiliare, cum sînt ventilatoare, mori de cărbune etc) preliminarea unei anumite valori pentru „$D_E$", chiar nesatisfăcînd condiția de mai sus ($D_E = D_T$), trebuie făcută de către furnizor, convenită cu beneficiarul și trecută în documentația tehnică.

Este de remarcat faptul că spre deosebire de primii patru parametri caracteristici, ultimii doi ($D_T$ și $D_E$) nu au un caracter strict probabilistic avînd și o componentă determinată „$T_M$".

Așa cum s-a arătat, pe lîngă precizarea unor parametri a căror valori sînt considerate ca avînd caracter multianual cum sînt $\lambda$, $\mu$, $D_T$, $D_E$, este necesar ca și în cazul ultimilor doi parametri $D_T$ și $D_E$ să existe o probabilitate pentru beneficiar de a verifica realizarea lor într-un anumit interval de timp. Ca și în cazul primilor doi parametri ($\lambda$ și $\mu$) și pentru $D_T$ și $D_E$ se poate proceda în mod asemănător.

Astfel, se poate porni de la relația (12) în care singura variabilă aleatoare este „$p$".

$$p = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{T_f}{T_d + T_f} \tag{16}$$

Dacă conform celor prezentate, au fost garantate valorile „$n$" și „$t_g$" pentru numărul maxim de defecte, respectiv pentru durata maximă a unei perioade de restabilire după o defectare, atunci pe o perioadă $T$ pe care se extinde garanția :

$$T_f = (T - T_M) - n_g \cdot t_g \text{ și} \tag{17}$$

durata totală maximă a perioadelor de defect în același interval de timp „$T$" :

$$T_d = n_g \cdot t_g \tag{18}$$

Cu aceste valori :

$$p = \frac{(T - T_M) - n_g \cdot t_g}{n_g \cdot t_g + (T - T_M) - n_g \cdot t_g} = \frac{1 - n_g t_g}{T - T_M}$$

$$= 1 - \frac{n_g t_g}{T - T_M} \text{ și atunci}$$

relația din care rezultă disponibilitatea în timp garantată este conform relației (12)).

$$D_{T_g} = \left(1 - \frac{n_g t_g}{T - T_M}\right)\left(1 - \frac{T_M}{T}\right)$$ sau după transformări

$$D_{T_g} = \frac{T - (T_M + n_g t_g)}{T} = 1 - \frac{T_M + n_g t_g}{T} \qquad (19)$$

Procedînd astfel și pentru obținerea unei relații pentru calculul disponibilității în energie, rezultă :

$$E_R = N[T - (T_M + n_g t_g)] \text{ în care}$$

$N$ este puterea (sau debitul) mediu pe care l-a calculat furnizorul că va fi produsă (produs) de echipamentul livrat pe durata funcționării sale efective. (De regulă, el trebuie să fie cel nominal).

Ținînd seama de (13) :

$$D_{E_g} = \frac{N[T - (T_M + n_g t_g)]}{N_{nom} \cdot T} \qquad (20)$$

Se vede că în cazul în care $N = N_{nom}$ $DE_g = DT_g$ așa cum este și firesc să fie.

În fig. 4. sînt sintetizați parametrii de garanție și criteriile de control al realizării lor.

În încheiere la acest punct se accentuează din nou faptul că înscrierea unor valori garantate și verificarea lor în exploatare a devenit o necesitate care a rezultat și din practica pînă în prezent de dimensionare și exploatare a instalațiilor electrice din sistemul energetic, dar a devenit imperioasă în condițiile construirii în țară a unor centrale nuclearo-electrice.

Este evident că, pentru a putea beneficia de garanții privind parametrii de fiabilitate a echipamentelor energetice, beneficiarii vor trebui la rîndul lor să satisfacă anumite condiții impuse de furnizor, nerespectarea acestor condiții avînd ca efect anularea obligațiilor și răspunderilor furnizorilor în această privință.

Asemenea condiții se pot referi la transportul, depozitarea, manevrarea, montarea, exploatarea și menținerea echipamentelor livrate care trebuie să fie clar și univoc precizate în documentele tehnice respective.

Totodată, furnizorul trebuie să asigure pe beneficiar că produsul va fi însoțit de elementele sau piesele de rezervă care sînt utilizate în procesele de mentenanță (în special preventivă) prescrise.

Pentru a nu risca pretenții nejustificate de la beneficiar, furnizorii de echipamente trebuie să-și organizeze un compartiment în cadrul căruia să se desfășoare activitățile de urmărire la beneficiar a realizării (sau nerealizării) condițiilor impuse, cel puțin sub forma unor inspecții de sondaj. În cadrul aceleuași compartiment ar

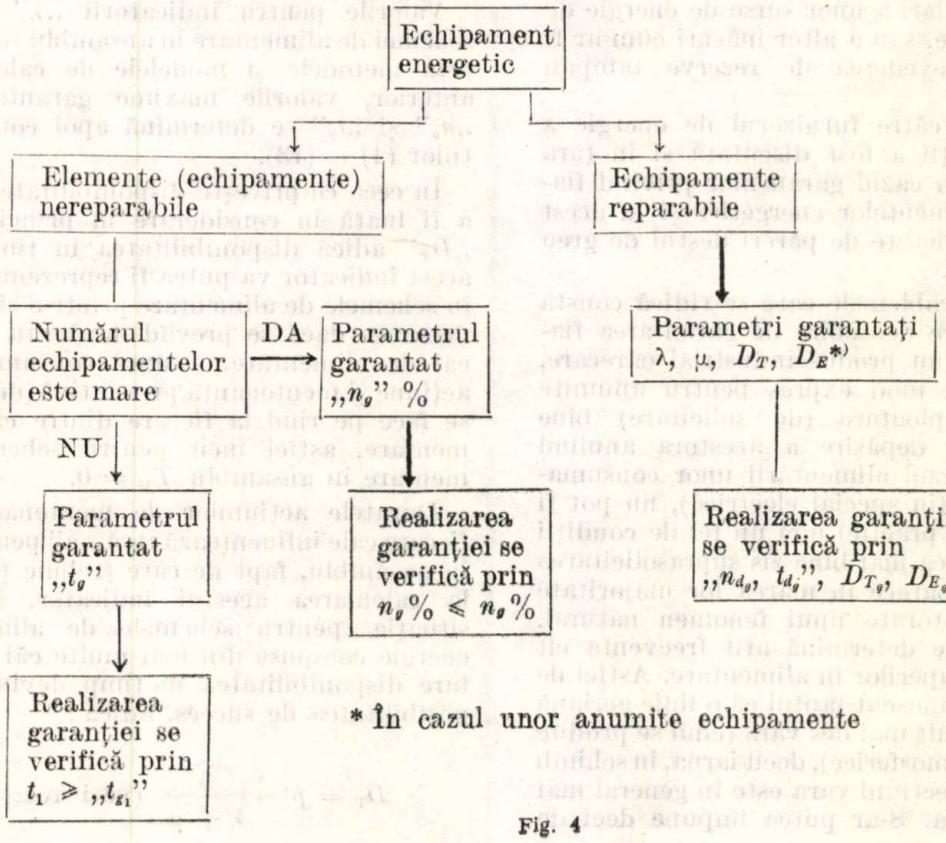



Fig. 4

trebui să fie inclusă și activitatea de urmărire (eventual numai pe anumite loturi) a comportării în exploatare a echipamentelor și în special a celor de tip nou, sau îmbunătățit sau a celor din cadrul CNE.

Un dialog permanent utilizator — furnizor, legat de date concrete, culese din exploatare, privind comportarea în exploatare a produselor, este mijlocul cel mai eficient de ridicare permanentă a calității produselor cît și a exploatării lor.

*Granții între furnizorul și consumatorii de energie electrică (sau termică)*

Continuitatea furnizării energiei electrice și termice este foarte importantă atît din punct de vedere tehnico-economic cît și din punct de vedere social. Pretențiile față de continuitatea de alimentare sînt uneori exagerate de către unii consumatori de energie poate și din cauză că, în momentul de față tarifele pentru energia furnizată un depind de nivelul de continuitate asigurat (în afara unelor cazuri în care cheltuielile, în special de investiție depind într-o oarecare măsură de acesta). Totuși, cerințele unor mari consumatori privind cunoașterea nivelului de fiabilitate în alimentare sînt justificate, cel puțin de necesitatea ca procesele tehnologice beneficiare ale energiei livrate, să fie adaptate unui anumit nivel de siguranță în alimentare (continuitate), fie prin concepția însăși a procesului tehnologic, fie prin prevederea, la beneficiar, a unor surse de energie de intervenție locale, sau a altor măsuri cum ar fi de exemplu prevederea de rezerve tampon etc.

Preluarea de către furnizorul de energie a anumitor garanții a fost discutată și în țara noastră. Ca și în cazul garanțiilor privind fiabilitatea echipamentelor energetice și în acest caz există o varietate de păreri destul de greu de pus de acord.

Una dintre problemele care se ridică constă în faptul că spre deosebire de garantarea fiabilității pentru un produs industrial oarecare, care se face în mod expres pentru anumite condiții de exploatare (de solicitare) bine precizate, orice depășire a acestora anulînd garanțiile, în cazul alimentării unor consumatori cu energie (în special electrică), nu pot fi impuse (în mod practic) nici un fel de condiții privind solicitarea mai bine zis suprasolicitarea instalațiilor, deoarece în marea lor majoritate acestea sînt datorate unui fenomen natural. Aceste fenomene determină atît frecvența cît și durata întreruperilor în alimentare. Astfel de exemplu, este cunoscut faptul că o linie aeriană se defectează mult mai des vara (cînd se produc supratensiuni atmosferice), decît iarna, în schimb durata unor defecțiuni vara este în general mai mică decît iarna. S-ar putea impune deci de la început, ca în cazul unor rețele aeriene de alimentare cu energie electrică, indicatorii de siguranță garantați să fie diferiți în funcție de anotimp. Pe de altă parte unele fenomene naturale (în special furtuni puternice, vînturi intense, depuneri excesive de chiciură etc) conduc la depășirea solicitărilor pentru care au fost dimensionate instalațiile.

Furnizorul de energie nu are cui cere asemenea condiții și acesta este unul dintre factorii care diferențiază, într-o oarecare măsură, principiile preluării de garanții într-un caz și altul. Din punct de vedere al modelului teoretic principiile de garantare a fiabilității în alimentare cu energie care pot fi puse în discuție, sînt practic aceleași ca și în cazul echipamentelor.

Dacă se consideră necesar, valorile garantate pot fi însă distincte pentru perioada de primăvară — vară și toamnă — iarnă.

Totodată trebuie avut în vedere că prin similitudine cu cazul echipamentelor, orice garanții în rețeaua electrică de alimentare (în special aeriene) trebuie anulate în cazul unor fenomene naturale a căror intensitate depășește valorile prescrise în actele normative pentru dimensionarea instalațiilor respective.

În consecință, modul de garantare al unor indicatori de fiabilitate de către furnizorul de energie, față de beneficiarul acesteia este cel prezentat înainte pentru cazul echipamentelor reparabile, deoarece instalațiile energetice de alimentare sînt toate dispozitive reparabile.

Valorile pentru indicatorii „$\lambda$" și „$\mu$" ai schemei de alimentare în ansamblu se determină prin metodele și modelele de calcul arătate anterior, valorile maxime garantate pentru „$n_g$" și „$t_g$" se determină apoi conform relațiilor (4) — (13).

În ceea ce privește disponibilitatea, urmează a fi luată în considerare în principiu numai „$D_T$" adică disponibilitatea în timp. Însă și acest indicator va putea fi reprezentativ numai în schemele de alimentare printr-o singură cale, deoarece dacă se prevăd două sau mai multe căi de alimentare, a unui consumator, orice acțiune și mentenanță preventivă (de durata $T_M$) se face pe rînd la fiecare dintre căile de alimentare, astfel încît pentru schema de alimentare în ansamblu $T_M = 0$.

Duratele acțiunilor de mentenanță pentru fiecare cale influențează însă „$\mu$" pentru schema în ansamblu, fapt de care trebuie ținut seama la calcularea acestui indicator. În această situație, pentru schemele de alimentare cu energie compuse din mai multe căi de alimentare disponibilitatea în timp devine egală cu posibilitatea de succes, adică :

$$D_T = p = \frac{\mu}{\lambda + \mu} \quad \text{(vezi relația 12).}$$

Prevederea, în conținutul garanțiilor față de consumator în cazul rețelelor electrice a disponibilității în energie va avea obiect numai dacă, în cazul unei scheme de alimentare cuprinzînd mai multe căi de alimentare, acestea nu prezintă o rezervă 100 %.

Asemenea cazuri sînt însă foarte rar întîlnite în practică, sînt deci netipice și determinarea eventuală a parametrului $D_E$ poate constitui o cerință particulară care trebuie analizată de la caz la caz.

Trebuie subliniată și necesitatea ca în orice discuții privind preluarea garanției asupra parametrilor de fiabilitate, în special în cazul echipamentelor care prezintă mai multe moduri de defectare, să fie foarte bine precizat tipul de defect în raport cu care se înscriu parametrii de fiabilitate, inclusiv valorile garantate limită ale acestora. Se insistă asupra acestui aspect, deoarece din practica de pînă acum, a reieșit că lipsa unui asemenea precizări poate conduce la confuzii și la anularea completă a eficienței înscrierii și garantării unor asemenea valori.

De altfel, pentru unele tipuri de echipamente speciale, cum sînt de exemplu grupurile generatoare Diesel, de intervenție rapidă (folosite frecvent în instalațiile energetice sau în alte domenii) caracteristica principală consta în faptul că funcționarea lor nu este continuă și de lungă durată, ci sporadică (la solicitare) și pe durata relativ scurtă.

Pentru asemenea cazuri (ca și în alte situații care nu se încadrează în regula generală) parametrii de fiabilitate trebuie adaptați în mod corespunzător.

Astfel, pentru echipamente destinate a fi în mod normal „în așteptare" adică a căror intrare în funcțiune se produce la o solicitare, se vor putea deosebi două situații și anume :

— echipamente care în regim normal nu sînt expuse nici unor solicitări dar care la emitarea unei comenzi intră în funcțiune și trebuie să funcționeze un anumit timp dat, denumit „durata misiunii" (cum este cazul grupurilor de intervenție).

— echipamente care în regim normal nu sînt solicitate și care la un moment dat trebuie să intre în funcțiune dar durata lor de funcționare este neglijabilă (de exemplu, unele tipuri de instalații de automatizare sau chiar întreruptoarele, sub aspectul modului de defectare „refuz la solicitare la declanșare pe scurt circuit").

Pentru prima categorie de echipamente parametrii de siguranță ceruți pot fi :

*a*) probabilitatea „$q_{rs}$" de refuz la solicitare

$$q_{rs} = \frac{N_{rs}}{N_s} \tag{21}$$

$N_{rs}$ numărul de refuzuri la solicitare
$N_s$ numărul de solicitări

*b*) intensitatea de defect „$\lambda$" sau funcția de siguranță $R(t)$

*c*) intensitatea de reparație „$\mu$"

*d*) durata și frecvența acțiunilor de mentenanță preventivă într-un interval $(0, T)$

Pentru a doua categorie de echipamente se vor putea preciza numai parametrii de la punctele *a*), *c*) și *d*).

## NOTA REDACȚIEI

Prin intermediul acestui articol, datorat unor specialiști de prestigiu în domeniu și consacrat abordării unor probleme privind fiabilitatea sistemelor energetice — inclusiv prin introducerea unor indicatori de fiabilitate specifici acestor sisteme, revista „Calitate, fiabilitate, metrologie" deschide calea unor cicluri de articole și numere tematice dedicate fiabilității unor categorii de sisteme tehnice.

Se vor avea în vedere în primul rînd sistemele de mare răspundere funcțională (definirea unor indicatori de fiabilitate specifici fiecărei categorii de sisteme, metode adecvate de proiectare fiabilă, implementarea și creșterea fiabilității etc.).

Pentru anul următor se are în vedere publicarea unor numere tematice consacrate **fiabilității sistemelor de telecomunicații** (realizat împreună cu Revista Telecomunicațiilor) și **fiabilității software**-ului.

În consecință, invităm specialiștii în domeniile mai sus menționate să ne trimită articole cu această tematică (Dr. ing. *Ioan C. Bacivarof*).

# Durata de utilizare normată. Termenul de garanţie şi fiabilitatea. Legături şi implicatii reciproce

CONSTANTIN TEODORESCU *

REZUMAT

După ce se analizează conceptele de durată de utilizare normată, termen de garanţie ş.a. sînt evidenţiate unele implicaţii economice ale termenului de garanţie.

Résumé

Après l'analyse des concepts de la durée d'utilisation normée terme de garantie etc. on met en evidence des problèmes liès à la correlation fiabilité — terme de garantie ainsi quelques implications économiques du terme de garantie.

Abstract

After analysing the concepts of normed utilization time interval, warranty term etc., some problems connected with the correlation reliability-warranty term as well as some economic implications of the warranty term are evidenced.

## 1. Relaţia dintre durata de utilizare normată şi durata medie de viaţă

Legea nr. 62/1968 (republicată în 1977), care se referă la amortizarea fondurilor fixe, la articolul 2 prevede :

„Sînt supuse amortizării fondurile fixe cu o valoare de inventar de cel puţin 500 lei şi cu o *durată de serviciu normată* mai mare de un an, prevăzute în „catalogul normelor de amortizare şi *duratelor de serviciu normate* ale fondurilor fixe", care face parte integrantă din prezenta lege".

Deşi Legea nr. 62/1968 foloseşte termenul de durată de serviciu normată, avînd în vedere că pentru un produs cuvintele utilizate şi serviciu sînt sinonime, trebuie înţeles că se are în vedere durata de utilizare normată.

Prin urmare Legea nr. 62/1968 conferă duratei de utilizare normată o intrebuinţare concretă şi anume o consideră un parametru de bază în calculul amortizărilor fondurilor fixe, atribuindu-i deci şi un rol juridico financiar.

În fiabilitate este utilizat indicatorul „durata medie de viaţă", cuvîntul „medie" arătînd că este vorba de un indicator determinat statistic.

La stabilirea valorii duratei de utilizare normată trebuie să se ia în considerare atît durata medie de viaţă a produsului, cît şi factori ca uzura morală, costurile de exploatare şi întreţinere, costurile de producţie, precum şi alţi factori.

* I.C.S.I.T.Et. (I.C.P.E.) Bucureşti

Deoarece analiza costurilor de exploatare şi întreţinere şi a costurilor de producţie implică masiv indicatorii de fiabilitate (de funcţionare, de mentenanţă şi de disponibilitate) şi deoarece durata de utilizare normată are un caracter juridico-economic, vom executa analiza numai pe baza duratei medii de viaţă şi a factorilor de uzură morală, urmînd ca o analiză amplă cu luarea în considerare a indicatorilor de fiabilitate, să fie executată ulterior.

Fie $m_{L\,inf}$ limita inferioară a intervalului de încredere al duratei medii de viaţă estimată, pentru un nivel de încredere dat, pentru un anumit produs, într-o anumită fabricaţie. Pentru acelaşi produs, fie $m_u$ durata de utilizare normată şi $U_m$ intervalul de uzură morală. Să mai notăm cu $C$ costul de livrare al produsului. Să admitem că amortizarea produsului se realizează prin rate anuale, egale, calculate de-a lungul duratei de utilizare normată.

$$a = \frac{C}{m_u}. \qquad (1)$$

De asemenea, se cunoaşte că o creştere a fiabilităţii produsului duce la o creştere exponenţială a costului acestuia. Dacă notăm cu $C_0$ costul produsului corespunzător unei fiabilităţi normale, $m_{L0}$, atunci

$$C = C_0^{\alpha(m_L)}, \qquad (2)$$

unde $\alpha(m_L)$ este o funcţie care depinde de fiabilitatea produsului şi care satisface con-

diția

$$\alpha(m_{L0}) = \alpha_0 \tag{3}$$

Funcția de exponent, $\alpha(m_L)$, trebuie să fie proporțională cu creșterea relativă de fiabilitate, adică

$$\alpha(m_L) = \alpha_0 \frac{m_L}{m_{L0}} = \frac{\alpha_0}{m_{L0}} m_L, \tag{4}$$

unde $\alpha_0$ este un coeficient de proporționalitate, care depinde de condițiile de fabricație, de complexitatea constructivă a produsului etc. De-a lungul intervalului de uzură morală, $U_m$, amortizarea produsului este dată de expresia

$$A_u = aU_m = \frac{C_0^{\alpha_0 \frac{m_L}{m_{L0}}}}{m_u} U_m, \tag{5}$$

iar partea rămasă neamortizată este diferența

$$N_u = C - A_u = C_0^{\alpha_0 \frac{m_L}{m_{L0}}} \left(1 - \frac{U_m}{m_u}\right). \tag{6}$$

Din expresiile (5) și (6) se observă că dacă durata de utilizare normată $m_u$ este egală cu intervalul de uzură morală, adică

$$m_u = U_m, \tag{7}$$

amortizarea produsului este completă pe durata intervalului de uzură morală :

$$A_u(m_u = U_m) = C_0^{\alpha_0 \frac{m_L}{m_{L0}}} \tag{8}$$

și

$$N_u(m_u = U_m) = 0. \tag{9}$$

Condiția (7) are implicații favorabile pentru beneficiarii de produse, atît în domeniul economic cît și în domeniul progresului tehnic. În domeniul progresului tehnic, condiția (7) permite înlocuirea rapidă și oportună a instalațiilor și utilajelor învechite moral, cu utilaje și instalații noi, modernizate, cu caracteristici tehnico-economice superioare. La rîndul ei această acțiune duce la creșterea productivității muncii, la îmbunătățirea calității producției, la reducerea prețului de cost, la satisfacerea mai amplă și mai completă a necesităților economico-sociale ale societății etc.

Dacă durata de utilizare normată este diferită de intervalul de uzură morală, adică

$$m_u \neq U_m, \tag{10}$$

atunci, pe durata intervalului de uzură morală, amortizarea fie că este incompletă (cînd $m_u > U_m$), fie că este depășită (cînd $m_u < U_m$).

Introducem raportul de neamortizare, $R_{N/A}$ definit prin raportul dintre partea neamortizată și partea amortizată :

$$R_{N/A}(t = U_m) = \frac{N_u(U_m)}{A_u(U_m)} = \frac{C_0^{\alpha_0 \frac{m_L}{m_{L0}}} \left(1 - \frac{U_m}{m_u}\right)}{C_0^{\alpha_0 \frac{m_L}{m_{L0}}} \cdot \frac{U_m}{m_u}} = \frac{m_u - U_m}{U_m} =$$

$$= \frac{m_u}{U_m} - 1. \tag{11}$$

Relația (11) prezintă raportul de neamortizare pentru un timp $t = U_m$. În general, pentru un timp $t$ oarecare avem :

$$R_{N/A}(t) = \frac{m_u}{t} - 1, \text{ cu } t > 0. \tag{12}$$

Numim raportul dintre durata de utilizare normată ($m_u$) și intervalul de uzură morală ($U_m$), ca raport de progres tehnic și îl notăm cu $\beta$ :

$$\beta = \frac{m_u}{U_m}. \tag{13}$$

Cu această notație relația (12) devine :

$$R_{N/A}(t = U_m) = \beta - 1. \tag{14}$$

Dacă $\beta < 1$, adică $m_u < U_m$, atunci

$$R_{N/A}(t = U_m) < 0, \tag{15}$$

adică amortizarea produsului s-a realizat înainte de apariția unui nou produs modernizat, înainte de a se fi produs uzura sa morală. Acest lucru a dus la o încărcare inutilă a costurilor de producție, cu toate consecințele economice negative ce decurg din aceasta.

Dacă $\beta > 1$, adică $m_u > U_m$, atunci

$$R_{N/A}(t = U_m) > 0, \tag{16}$$

adică amortizarea produsului se realizează după producerea uzurii morale a acestuia. Acest fapt are implicații negative în special în domeniul progresului tehnic, constituind o frînă în înlocuirea la timp a produsului cu un

produs nou și modernizat. La rîndul lui, acest fapt are o serie de implicații economice negative atît la nivel local cît și la nivelul economiei naționale.

Cazul $\beta = 1$ a fost analizat anterior (vezi relația (7) și constituie varianta optimă de corelare a duratei de utilizare normată cu intervalul de uzură morală.

O altă concluzie care se desprinde este aceea că raportul de neamortizare, la sfîrșitul intervalului de uzură morală, depinde numai de raportul de progres tehnic, adică de raportul dintre durata de utilizare normată și intervalul de uzură morală (14).

Dependența raportului de neamortizare în funcție de timp, relația (14) este reprezentată grafic în fig. 1 și este o funcție monotonă, strict descrescătoare de la $+\infty$, pentru $t \to 0$, la $-1$, pentru $t \to +\infty$. Raportul ce anulează pentru $t = m_u$.

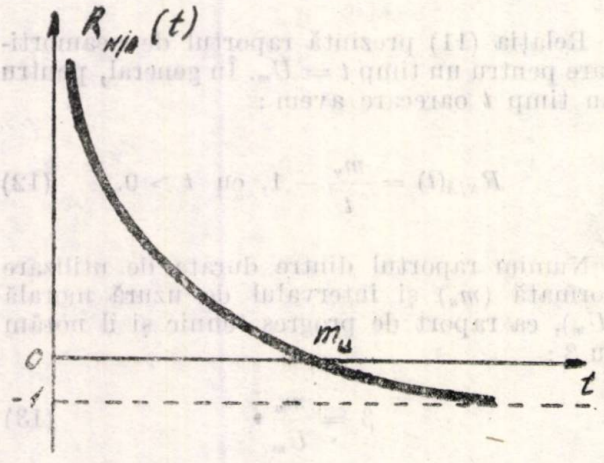



Fig. 1 Reprezentarea raportului de neamortizare în funcție de timp

Variația raportului în timp este dată de relația

$$\frac{dR_{N/A}(t)}{dt} = -\frac{m_u}{t^2}, \text{ cu } t > 0, \qquad (17)$$

și este continuu crescătoare de la $-\infty$ (pentru $t \to 0$), la zero (pentru $t \to +\infty$).

Dependența dată de relația (14) este reprezentată în fig. 2 și este o semidreaptă cu unghiul de pantă de 45° și care intretaie axele de coordonate $R_{N/A}(t)$ și $\beta$ în punctele $(0, -1)$ și respectiv $(1, 0)$.

Să analizăm în continuare dependența dintre durata medie de viață și durata de utilizare normată. Pentru aceasta să notăm cu $\delta$ raportul dintre durata medie de viață reală, $m_L$, și durata medie de viață nominală, $m_{L0}$:

$$= \frac{m_L}{m_{L0}} \text{ și } \delta \geqslant 1. \qquad (18)$$

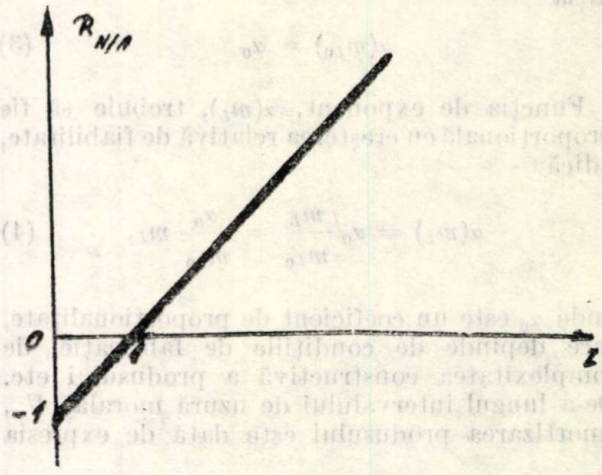



Fig. 2 Reprezentarea raportului de neamortizare în funcție de raportul de progres tehnic

De asemenea, să notăm cu $\varepsilon$ raportul dintre durata de utilizare normată, $m_u$, și durata medie de viață, $m_L$:

$$\varepsilon = \frac{m_u}{m_L} \text{ și } 0 < \varepsilon \leqslant 1. \qquad (19)$$

Deoarece raportul de neamortizare nu depinde de durata medie de viață, vom analiza rata anuală de amortizare. Din relațiile (18) și (19) se obține

$$m_u = \delta \varepsilon m_{L0}, \qquad (20)$$

iar rata anuală de amortizare, pe baza relațiilor (1), (2), (4) și (20), se exprimă prin

$$a = \frac{C_0^{\alpha_0 \frac{m_L}{m_{L0}}}}{m_u} = \frac{C_0^{\alpha_0 \delta}}{\delta \varepsilon m_{L0}}. \qquad (21)$$

Din relația (21) se desprind următoarele concluzii:

1° — rata anuală de amortizare este invers proporțională cu durata medie de viață nominală, $m_{L0}$ și cu raportul $\varepsilon$ dintre durata de utilizare normată $m_u$ și durata medie de viață $m_L$; deci rata anuală de amortizare se micșorează dacă se mărește durata medie de viață nominală și dacă $\varepsilon \to 1$, adică durata de utilizare normată să tindă către durata medie de viață, $m_u \to m_L$;

2° — rata anuală de amortizare depinde, în același timp, și invers proporțional și exponențial de raportul $\delta$ dintre durata medie de viață reală, $m_L$, și durata medie de viață nominală, $m_{L0}$, deoarece dependența exponențială este mai puternică decît dependența invers proporțională; rezultă că rata anuală de amorti-

zare se mărește odată cu creșterea raportului $\delta$.

Din aceste concluzii rezultă că rata anuală de amortizare are o valoare optimă pentru

$$\varepsilon = 1 \text{ și } \delta = 1. \tag{22}$$

Ținînd seama și de condiția (7), care implică și $\beta = 1$, rezultă că valoarea optimă a ratei anuale de amortizare este dată de expresia

$$a_{opt} = \frac{C_0^{\alpha_0}}{m_{L0}}. \tag{23}$$

Condițiile (7) și (22) implică condiția

$$m_u = m_{L0} = U_m. \tag{24}$$

Aceasta înseamnă că, condițiile optime de amortizare și de progres tehnic se obțin atunci cînd atît durata de utilizare normată cît și durata medie de viață sînt pe cît posibil egale cu intervalul de uzură morală.

## 2. Implicațiile economice ale termenului de garanție

Prin *termen de garanție* se înțelege limita de timp în cadrul căreia recondiționarea sau înlocuirea produsului se face pe seama și cheltuiala unității producătoare, dacă nu se dovedește că deficiența de calitate nu îi este imputabilă.

Termenul de garanție curge de la data livrării produsului. În cazul utilajelor și instalațiilor complexe realizate prin cooperare în producție, termenul de garanție curge, față de toți furnizorii, de la data livrării acestor utilaje sau instalații.

Legislația în vigoare stabilește limitele între care trebuie să se afle termenul de garanție. Valoarea concretă a termenului de garanție al unui produs satisface mai mult sau mai puțin interesele economice ale partenerilor. Gradul de satisfacere a acestor interese economice nu poate fi apreciat decît prin luarea în considerare a indicatorilor de fiabilitate ai produsului. În acest mod apare legătura inseparabilă dintre fiabilitatea produsului și termenul de garanție.

Legătura dintre fiabilitatea produsului și termenul de garanție apare și din contradicția dintre interesele economice ale producătorului și beneficiarului. Este evident că beneficiarul tinde să solicite un termen de garanție cît mai lung, pentru a-și diminua cheltuielile de exploatare, în dauna producătorului, în timp ce producătorul tinde să ofere un termen de garanție cît mai scurt, pentru a-și reduce cheltuielile de reparație pe durata garanției.

Pentru a armoniza contradicția beneficiar-producător, privitoare la termenul de garanție, este necesară o analiză a implicațiilor economice ale acestuia.

Fie o durată de timp $t$ de-a lungul căreia $N_g$ produse au încheiat termenul de garanție $t_g$ și au totalizat $r_s$ defecte, cu un cost mediu de reparație $\bar{C}$. Costul total al garanției va fi

$$C_g = \bar{C} r_s \tag{25}$$

unde

$$\bar{C} = \frac{1}{r_s} \sum_{i=1}^{r_s} C_i, \tag{26}$$

$c_i$ fiind costul real al reparației $i$.

Numărul mediu real de defecte pe produs, pe durata termenului de garanție, $r_g$, este dat de relație

$$\bar{r}_g = \frac{r_s}{N_g}, \tag{27}$$

iar costul mediu real al garanției pe produs va fi

$$\bar{C}_1 = \bar{C}\bar{r}_g = \frac{1}{N_g} \sum_{i=1}^{r_s} C_i. \tag{28}$$

Producătorul are stabilit un cost nominal al asigurării garanției, $C_{1\,nom}$, pentru fiecare exemplar de produs. Acest cost nominal poate fi exprimat prin relația

$$C_{1nom} = \bar{C}_{nom} \cdot \bar{r}_{g.nom}, \tag{29}$$

unde $r_{g\,nom}$ este numărul mediu nominal de defecte, admis pe durata garanției, pentru un exemplar de produs, iar $C_{nom}$ este costul mediu nominal al unei reparații.

Raportul dintre costul mediu real al garanției pe produs și costul nominal al asigurării garanției unui exemplar de produs se notează cu $g$ și reprezintă coeficientul cheltuielilor de garanție :

$$g = \frac{\bar{C}_1}{C_{1nom}} = \frac{\bar{C} \cdot \bar{r}_g}{\bar{C}_{nom} \cdot \bar{r}_{g.nom}}, \tag{30}$$

Coeficientul cheltuielilor de garanție, fiind un raport adimensional, poate servi și la compararea cheltuielilor de garanție pentru diverse produse.

Este evident că pentru producător sînt acceptabile doar valori subunitare ale coeficientului cheltuielilor de garanție, adică

$$\bar{C}_1 \leqslant \bar{C}_{1nom}. \tag{31}$$

Timpul cumulat de funcționare al celor $N_g$ produse, pe durata $t_g$ a termenului de garanție,

este dat de expresia

$$T_\Sigma = uN_g t_g, \tag{32}$$

unde $u$ este coeficientul de utilizare exprimat de raportul

$$u = \frac{f}{24} \tag{33}$$

în care $f$ este numărul mediu de ore de funcționare a produsului în 24 ore.

Statistic, rata de defectare se determină prin raportul dintre numărul cumulat de defecte și timpul cumulat de funcționare, adică

$$\lambda = \frac{r_s}{T_\Sigma}. \tag{34}$$

Dacă raportul din dreapta al relației (30) se amplifică cu expresia $N_g/T_\Sigma$, conform relațiilor (27) și (34) se obține :

$$g = \frac{\bar{C}_1}{C_{1nom}} = \frac{\bar{C} \cdot \bar{r}_g}{\bar{C}_{nom} \cdot \bar{r}_{g.nom}} = \frac{\bar{C}\lambda_g}{\bar{C}_{nom} \cdot \lambda_{g.nom}}. \tag{35}$$

Prin urmare, condiția (31) este echivalentă cu condițiile :

$$\bar{C} \cdot \bar{r}_g \leqslant \bar{C}_{nom} \cdot \bar{r}_{g.nom} \tag{36}$$

sau

$$\bar{C} \cdot \lambda_g \leqslant \bar{C}_{nom} \cdot \lambda_{g.nom}. \tag{37}$$

Dacă se are în vedere că

$$\bar{C}_{nom} \cdot \bar{r}_{g.nom} = \text{const.} \tag{38}$$

și

$$\bar{C}_{nom} \cdot \lambda_{g.nom} = \text{const.} \tag{39}$$

în spațiile $r$, $\bar{C}$ sau $\lambda$, $C$ vor fi reprezentate prin hiperbole care reprezintă cheltuieli de garanție constante și egale cu cele nominale. Un exemplu al acestor curbe este arătat în fig. 3.

Trebuie remarcat că aceste curbe sînt proprii fiecărui produs și ele împart spațiul în două regiuni : regiunea de sub hiperbolă, care corespunde unor cheltuieli de garanție mai mici decît cele nominale și este acceptabilă pentru producător și regiunea de deasupra hiperbolei, care corespunde unor cheltuieli de garanție mai mari decît cele nominale și este inacceptabilă pentru producător.

Prin urmare, producătorul poate aduce cheltuielile de garanție în regiunea acceptabilă fie prin micșorarea costului reparațiilor, fie prin micșorarea ratei de defectare, adică a numărului de defecte. Deci fiabilitatea produsului este unul din factorii determinanți ai cheltuielilor de garanție.

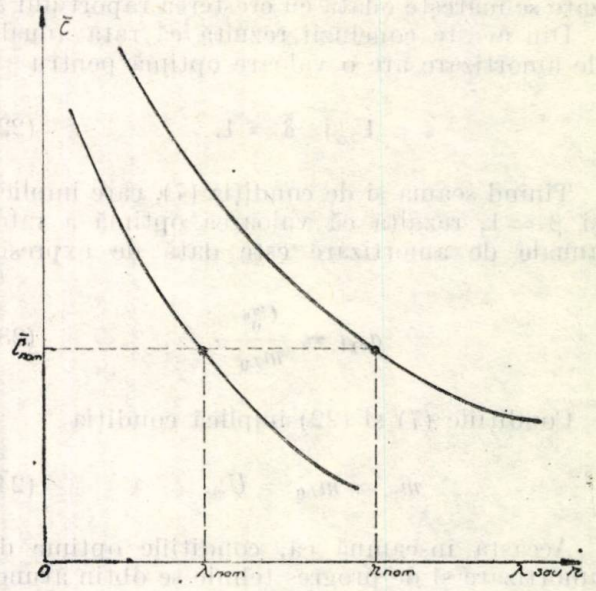



Fig. 3 Exemplu de hiperbole ale cheltuielilor de garanții constante

În continuare se vor analiza trei aspecte ale relației dintre fiabilitatea produsului și termenul de garanție :

— determinarea fiabilității produsului necesară pentru a asigura un termen de garanție dat ;
— determinarea termenului de garanție corespunzător unei fiabilități date ;
— termenul de garanție ca indicator de fiabilitate.

### 3. Fiabilitatea necesară asigurării unui termen de garanție dat

Pe lîngă termenul de garanție mai acceptăm ca fiind dat și costul nominal al asigurării garanției, $C_{1\,nom}$, pentru un exemplar de produs. Analizînd construcția, componența și mentenabilitatea produsului se determină costul mediu nominal al unei reparații, $C_{nom}$.

Raportul dintre costul nominal al asigurării garanției pentru un exemplar de produs și costul mediu nominal al unei reparații reprezintă numărul mediu nominal de defecte admis pe produs, pe durata termenului de garanție, adică

$$\bar{r}_{g.nom} = \frac{C_{1\,nom}}{\bar{C}_{nom}}, \tag{40}$$

conform și relației (28).

Avînd în vedere relațiile (29), (32), (33) și (34) se deduce expresia

$$\lambda_{g.nom} = \frac{\bar{r}_{g.nom}}{ut_g}. \tag{41}$$

Prin urmare o rată de defectare a produsului mai mică sau egală cu valoarea nominală.

$$\lambda \leqslant \lambda_{g.nom}. \tag{42}$$

satisface și condițiile (31) și (37), adică asigură eficiența economică a garanției, menținînd cheltuielile de garanție sub limita admisă.

### 4. Termenul de garanție corespunzător unei fiabilități date

Fiabilitatea produsului poate fi dată prin unul sau mai mulți indicatori : rata de defectare, $\lambda$, media timpului de funcționare fără defecte, $m$, sau probabilitatea de funcționare fără defectare un timp dat, $R(t)$.

Dacă se cunoaște $\lambda$, rata de defectare, atunci cu relația (40) se determină numărul mediu gominal de defecte admis pe produs, pe durata naranției; cu relația (33) se determină coeficientul de utilizare și, pe baza relației (41) se determină termenul de garanție :

$$t_g = \frac{\bar{r}_{g.nom}}{u\lambda} = \frac{24\, C_{1\,nom}}{f\,\lambda \bar{C}_{nom}}. \tag{43}$$

Dacă se cunoaște media timpului de funcționare fără defectare, $m$, presupunînd că pe durata garanției rata de defectare este constantă, pe baza relației

$$\lambda = \frac{1}{m} \tag{44}$$

se obține rata de defectare și apoi se procedează ca în cazul precedent.

Dacă se cunoaște probabilitatea de funcționare fără defectare un timp dat, $R(t)$, presupunînd de asemenea că rata de defectare este constantă pe durata garanției, din relația

$$R(t) = e^{-\lambda t} \tag{45}$$

se obține

$$\lambda = -\frac{\ln R(t)}{t} \tag{46}$$

Din relația (43) se poate exprima produsul

$$\lambda t_g = \frac{\bar{r}_{g.nom}}{u} = \frac{24\, C_{1\,nom}}{f\bar{C}_{nom}}, \tag{47}$$

care introdus în relația (45) permite exprimarea probabilității de funcționare fără defectare la sfîrșitul termenului de garanție :

$$R(t_g) = e^{-\frac{\bar{r}_{g.nom}}{u}} = e^{-\frac{24 C_{1\,nom}}{f\bar{C}_{nom}}}. \tag{48}$$

Toate considerațiile precedente au fost făcute în ipoteza că rata de defectare este constantă pe durata termenului de garanție.

Dacă rata de defectare nu este constantă se folosește expresia generală a fiabilității :

$$R(t) = e^{-\int_0^t z(t)\,dt} \tag{49}$$

Din compararea relațiilor (48) și (49) rezultă egalitatea

$$\int_0^{t_g} z(t)\,dt = \frac{\bar{r}_{g.nom}}{u} = \frac{24\, C_{1\,nom}}{f\bar{C}_{nom}}, \tag{50}$$

din care se determină termenul de garanție.

### 5. Termenul de garanție ca indicator de fiabilitate

Pentru ca termenul de garanție să constituie un indicator de fiabilitate, după care să poată fi comparate între ele diverse produse, trebuie să fie dat nivelul probabilității de funcționare fără defecte, care trebuie atins la sfîrșitul perioadei de garanție. Fie acest nivel $R_g$, comun pentru o gamă de produse (bunuri de larg consum, componente auto, aparatură medicală etc) :

$$R(t_g) = R_g. \tag{51}$$

Dacă se are în vedere că în perioada inițială $(0, t_0)$ rata de defectare este variabilă, iar după această perioadă devine și se menține aproximativ constantă, se poate scrie :

$$R(t_g) = exp\left[-\int_0^{t_g} z(t)\,dt\right] =$$

$$= exp\left[-\left(\int_0^{t_0} z(t)\,dt + \lambda \int_{t_0}^{t_g} dt\right)\right] = \tag{52}$$

$$= R_0\, e^{-\lambda(t_g - t_0)}$$

unde

$$R_0 = exp\left[-\int_0^{t_0} z(t)\,dt\right] \qquad (53)$$

reprezintă probabilitatea de funcţionare fără defectare în perioada iniţială.

Din relaţiile (51) şi (52) rezultă

$$R_0 e^{-\lambda(t_g - t_0)} = R_g, \qquad (54)$$

din care, prin logaritmare, se obţine

$$t_g = t_0 + \frac{1}{\lambda}\ln\frac{R_0}{R_g}. \qquad (55)$$

Dacă produsul a fost livrat la momentul $t_0$ adică rodajul tehnologic a fost executat integral în uzina producătoare, atunci se consideră $t_0 = 0$ şi $R_0 = 1$. Cu aceste valori expresia (55) devine

$$t_g = -\frac{1}{\lambda}\ln R_g. \qquad (56)$$

identică cu relaţia (46).

În acest fel, pentru acelaşi nivel de probabilitate $R_g$, pentru diverse produse se obţin valori diferite ale termenului de garanţie, fiecare reflectînd fiabilitatea produsului respectiv. Prin urmare, în acest caz, compararea produselor, din punct de vedere al fiabilităţii, poate fi executată şi prin compararea valorilor obţinute pentru termenul de garanţie.

În concluziune, termenul de garanţie poate fi abordat de pe baze realist — ştiinţifice şi poate fi folosit cu succes atît ca pîrghie economică de cointeresare a beneficiarilor, cît şi ca un instrument al fiabilităţii produselor.

**NOTA REDACŢIEI**

Acest articol a fost predat revistei „Calitate, fiabilitate, metrologie" în luna octombrie 1989, fiind ulterior — la sugestia redacţiei — revăzut de către autor (în sensul restrîngerii unora dintre paragrafe).

Problematica abordată în lucrare prezintă un interes — atît teoretic, cît şi practic major — atît în contextul necesităţii revizuirii unora dintre actele normative specificate în lucrare, cît şi în contextul prevederilor proiectului * noii **Legi privind asigurarea calităţii produselor şi serviciilor pentru protecţia consumatorilor.**

De altfel, în articolul 22 al legii mai sus menţionate se specifică faptul că „unităţile producătoare, de comercializare şi cele prestatoare de servicii — de stat, mixte, cooperatiste sau particulare — răspund pentru orice deficienţă privind calitatea apărută în termenul de garanţie la produse şi servicii, precum şi de eventualele vicii ascunse constatate în perioada de valabilitate sau de utilizare normată, care afectează viaţa, sănătatea, liniştea sau securitatea consumatorilor şi/sau utilizatorilor, calitatea mediului înconjurător sau care determină nerealizarea funcţiunilor declarate".

Tot în acelaşi context se definesc următoarele concepte :

- *termen de garanţie*, prin care se înţelege limita de timp prevăzută în standarde, norme, caiete de sarcini sau contracte în cadrul căreia remedierea sau înlocuirea produsului/serviciului se face pe seama şi cheltuiala unităţii producătoare sau prestatoare, termenul de garanţie curge de la data preluării produsului de către beneficiar;
- *termen de valabilitate*, prin care se înţelege perioada limită de consum în care produsele alimentare, medicamente, produsele chimice şi articolele tehnice din cauciuc etc., conservate, depozitate şi transportate în condiţii corespunzătoare reglementărilor în vigoare, îşi păstrează nemodificate caracteristicile tehnico-calitative iniţiale; termenul de valabilitate curge de la data fabricaţiei;
- *perioada de utilizare normată*, care reprezintă intervalul în cadrul căruia produsul — în condiţiile de exploatare, depozitare şi transport, stabilite potrivit normelor şi normativelor tehnice, trebuie să-şi menţină nemodificate caracteristicile funcţionale;
- *durata de serviciu normată*, prin care se înţelege perioada de timp pînă la amortizarea produsului şi care se stabileşte prin acte normative de către ministerele şi departamentele de resort.

Este evident că stabilirea mărimii optime (luînd în consideraţie atît aspecte economice, cît şi pe cele legate de asigurarea unei protecţii corespunzătoare a beneficiarului) nu se poate face pe baze empirice, ci necesită o fundamentare teoretică corespunzătoare.

Avînd în vedere importanţa teoretică şi practică a problemelor menţionate anterior, revista „Calitate, fiabilitate, metrologie" îşi invită cititorii la o dezbatere avînd următoarea problematică orientativă :

— definirea şi modalitatea de stabilire a termenului de garanţie (valabilitate), perioadei de utilizare normate respectiv a duratei de serviciu normate pentru diferite categorii de produse;
— studiul corelaţiilor fiabilitate — termen de garanţie, fiabilitate — perioadă de utilizare normată etc.;
— implicaţii tehnice, economice şi sociale ale stabilirii termenului de garanţie, duratei de serviciu normate etc.

Dr. ing. *IOAN C. BACIVAROF*

* La data cînd a fost redactat această notă (28 august 1990), Legea privind asigurarea calităţii produselor şi serviciilor pentru protecţia consumatorilor era în stadiul de proiect.

# Caracterizarea dispozitivelor optoelectronice prin metode ale opticii coerente

*ADRIAN GH. PODOLEANU, PAUL E. STERIAN, ION M. POPESCU, OVIDIU I. RANCU* *

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă unele rezultate ale autorilor privind caracterizarea unor dispozitive optoelectronice prin metode ale opticii coerente. Sînt prezentate dispozitive și instalații realizate și experimentate de către autori, precum și modele teoretice de analiză numerică utilizate în domeniul surselor de radiații optice, al detectoarelor optice și al canalelor de comunicații.

**Résumé**

L'ouvrage présente quelques résultats des auteurs concernant la caracterisation des dispositifs opto-electroniques par des methodes de l'optique coherente. On analyse les dispositifs et installations réalisées par les auteurs, ainsi que des methodes theoriques et de l'analyse numérique utilisées dans le domaine des sources des rayonnements optiques, des détecteurs optiques et des canaux de communication.

**Abstract**

The paper presents some results of the authors about the characterization of opto-electronical devices by the methods of coherent optics. Devices and installations realised and experimented by the authors as well as theoretical models of numerical analysis in the field of optical radiations, detectors and communication channels are analysed.

## I. Introducere

Experiența autorilor în domeniul electronicii cuantice în general, în comunicații optice și interacții optice neliniare a condus la construirea unor instalații experimentale de testare și măsurare a componentelor utilizate în studiul diverselor interacții ale radiației laser.

În paralel, modelarea teoretică a acestor interacții a urmărit pe lîngă precizarea parametrilor și condițiilor de lucru specifice și testarea sistemică, unitară, cu formalisme asemănătoare a unor interacții cu caracter, la prima vedere, disjunct [1—5].

Astfel, mediul de interacție în cadrul experiențelor de generare de armonici optice este privit ca modulator, așa cum și dispozitivele de măsurare a rezultatului interacțiilor optice sînt considerate ca demodulatori în lanțul final al unor canale optice de comunicații.

Din acest punct de vedere, caracterizarea dispozitivelor de modulație, fotodetecție și de propagare a undei laser este practicată într-un scop benefic atît comunicațiilor optice, interacțiilor optice neliniare cît și bistabilității optice.

Lucrarea prezintă, într-un mod succint, contribuțiile autorilor în domeniu, reținînd dintr-un bogat material teoretic și experimental numai elementele originale.

## II. Caracterizarea dispozitivelor de modulație și excitare

### II.1. *Excitatoare optice de pulsuri foarte scurte*

În scopul măsurării timpului de răspuns al dispozitivelor optoelectronice, au fost efectuate studii asupra condițiilor de cuplare a modurilor în laserii multimodali știut fiind că într-un astfel de regim se pot obține impulsuri optice foarte scurte. Au fost elaborate studii teoretice și experimentale asupra condițiilor de self [5—8] și mode-locking.

Aceste studii au condus la construirea a două configurații originale de mode-locking ale unui laser cu HeNe [10, 11]. Ambele configurații folosesc o cavitate cuplată la cavitatea laser, cele două cavități avînd lungimi egale. Prin modulație electrooptică [12—17] de fază în cavitatea cuplată (fig. 1) cu un semnal pe frecvența ecartului modurilor longitudinale (63,4 MHz) s-au obținut impulsuri stabile de durate = 0,7 ns (fig. 2, fig. 3).

Conditiile de functionare sînt precizate teoretice în [8].

*Institutul Politehnic București

Cea de-a doua configurație [11] folosește modularea lungimii cavității cuplate cu ajutorul unui traductor electromecanic (fig. 4). Astfel, repetitiv laserul trece din regim liber de funcționare în regim de mode-locking (fig. 5).

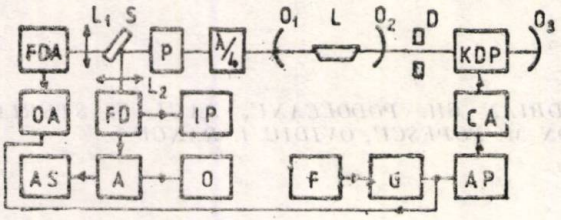



*Fig. 1* — Schema bloc a laserului cu HeNe în regim mode-locking folosind modulator de fază cu cristal KDP în cavitate cuplată $L$ — laser ; $O_1$, $O_2$, $O_3$ — oglinzi laser ; $D$ — diafragmă reglabilă ; $KDP$ — cristal modulator ; $CA$ — circuit de adapatare ; $AP$ — amplificator de putere ; $G$ — generator de radiofrecvență ; $\lambda/4$ — lamă sfert de undă ; $P$ — polarizor ; $S$ — divizor fascicul ; $L_1$, $L_2$ — lentile ; $FDA$ — fotodiodă cu Si la avalanșă TIXL55 ; $FD$ — fotodiodă cu Si ROL 22 ; $OE$ — osciloscoape cu eșantionare ; $O$ — osciloscop bandă largă ; $AS$ — analizor de spectru ; $A$ — amplificator.

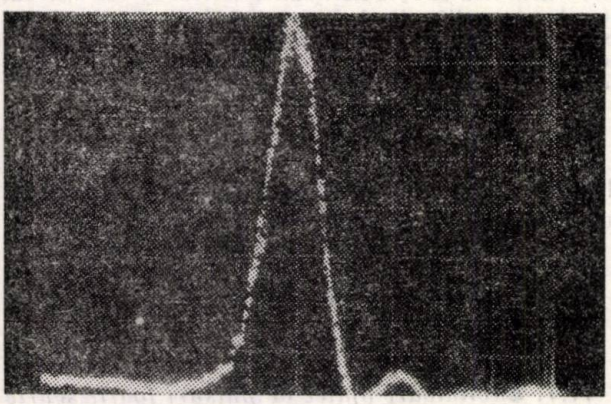


*Fig. 2* — Oscilograma pulsului de mode-locking, obținută prin modulație electrooptică
$H$ : 0,5 ns/div
$V$ : 20 mV/div

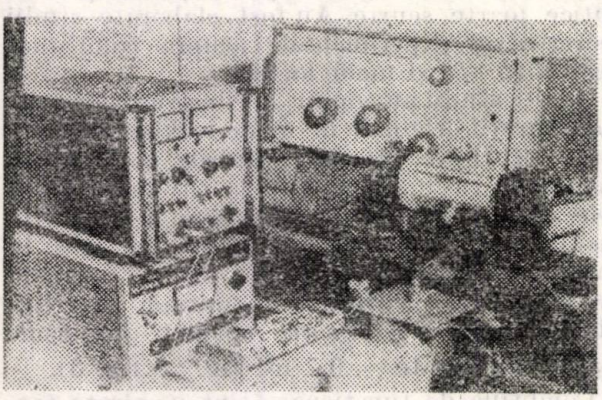


*Fig. 3* — Instalația electronică de excitare și modulatorul KDP amplasat în cavitatea cuplată

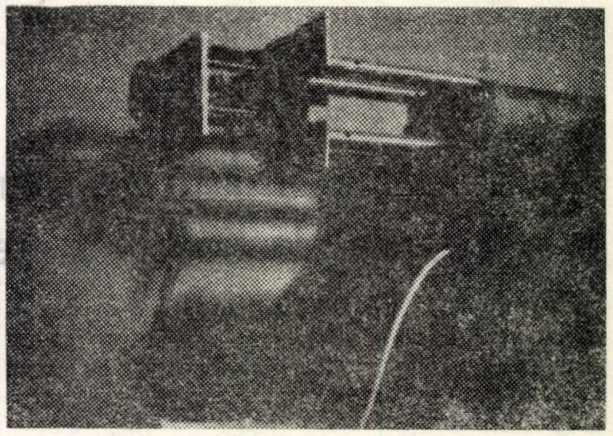


*Fig. 4* — Traductorul electromecanic pe membrana căruia se află oglinda cavității cuplate

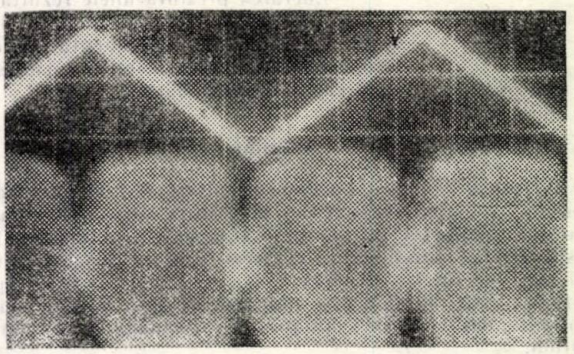


*Fig. 5* — Oscilogramele semnalului excitator (jos) și ale anvelopei impulsurilor generate (sus)
$H$ : 2 ms/div
$V$ : jos : 0,5 V/div
$V$ : sus : 50 mV/div

Analiza teoretică [19] determină expresiile modurilor și viteza minimă de deplasare a oglinzii cavității pentru obținerea regimului mode-locking :

$$v = \frac{c/2 \quad n_0}{P\left[1 + \lg\left(\left(\frac{\pi n_0}{2Q} + A\right)\left(\frac{1 - G}{2a^2 \cdot A}\right)\right) \cdot \lg^{-1} G\right]} \tag{1}$$

unde $P$ semnifică partea întreagă a expresiei din paranteză, iar

$$n_0 = \frac{\omega_0 \cdot L_a}{c}, \quad G = -a^2 \frac{(1 - r - 2r^2)}{1 + r},$$
$$A = \frac{1 - r}{1 + r} \tag{2}$$

În relațiile (1) și (2), $L$ este lungimea cavităților, $Q$ — factorul de calitate, $\omega_0$ — frecvența centrală a liniei emise, $r$ și $t$ — coeficienții de reflexie și transmisie ai oglinzii de cuplaj,

iar $a$ — transmisia dus-întors prin cavitatea pasivă.

II. 2. *Excitatoare folosind dispozitive hibride optice bistabile* (DHOB)

Studiile teoretice și experimentale [18—35] ale autorilor asupra condițiilor de funcționare ale DHOB au condus la conceperea unor configurații originale de astfel de dispozitive [19, 20]. Au fost definiți în cadrul unor modele teoretice o serie de parametri de funcționare ca amplificarea [18], praguri de funcționare [19—21] și stabilitate [22—27]. Astfel, ținînd seama de caracteristica de stare staționară a DHOB cu cavitate *Fabry-Perot*, amplificarea de semnal mic [18] poate fi exprimată prin relația :

$$A_0(\omega) = \left\{ 1 + i\frac{\omega}{K} - 2e \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \frac{X_0^2 - \left(1 + i\frac{\omega}{2qk}\right)}{(X_0^2+1)\left[X_0^2 + \left(1+i\frac{\omega}{qk}\right)\left(1+i\frac{\omega}{2qk}\right)\right]} \right\}^{-1} \quad (3)$$

unde

$$k = \frac{CT}{2l} \quad \text{și} \quad q = \frac{\gamma_{11}}{2k},$$

$C$ fiind parametrul de cooperativitate, $l$ — lungimea cavității, $T$ — transmisia oglinzii cavității, iar $\gamma_{11}$ — rata de relaxare atomică longitudinală.

Caracterizarea acestor dispozitive prezintă asemănări cu dispozitivele bistabile electronice, însă introducerea mărimilor, definirea și caracterizarea lor este efectuată în spiritul opticii coerente. Astfel, schema de DHOB cu cristal hibrid în cavitate cuplată [19] prezintă pe lîngă bistabilitatea intensității de ieșire și bistabilitatea statisticii semnalului optic în cele două stări. Analog, dispozitivul magneto-optic bistabil descris în [20] prezintă și o bistabilitate a spectrului *Zeeman* al liniei laser emise. Ambele caracteristici nu sînt cunoscute în bistabilitatea clasică din electronică.

Analiza multitudinii de configurații posibile cu un număr dat de elemente optice și electronice prin care se poate închide o bulă de reacție în scopul obținerii unui comportament bistabil, a fost realizată din punct de vedere al formei ciclului histerezis și al tipului mărimilor intrare-ieșire dependente de locul secțiunilor executate în buclă. Astfel, pot fi evidențiate forme triunghiulare, trapezoidale sau dreptunghiulare ale ciclurilor histerezis.

În figura 6 se arată schema DHOB cu cristal hibrid în cavitate cuplată, iar în figura 7 instalația experimentală.

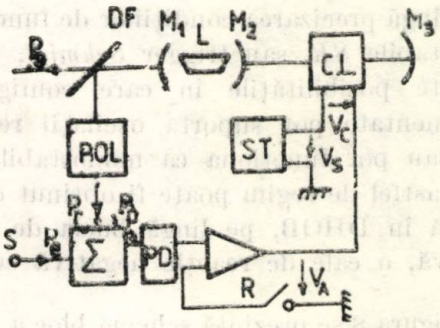



*Fig. 6* — Schema bloc a dispozitivului bistabil cu cristal lichid în cavitate cuplată
$L$ : laser HeNe ; $M_1$, $M_2$ : oglinzi laser ; $M_3$ : oglindă total reflectătoare ; $DF$ : divizor de fascicul ; $POL$ : polarizor ; $\Sigma$ : etaj de sumare optică ; $PD$ : fotodetector ; $ST$ : sursă reglabilă pentru poziționarea punctului de funcționare pe caracteristica transmisiei cristalului lichid

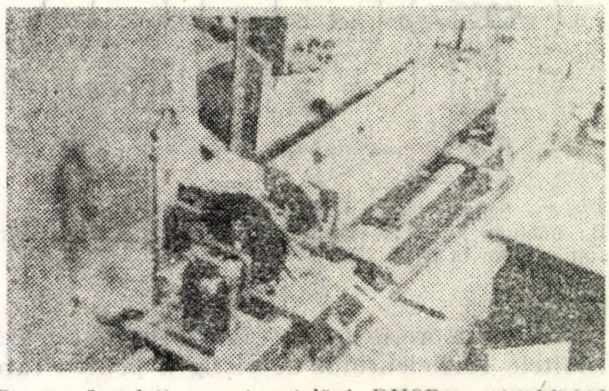


*Fig. 7* — Instalația experimentală de DHOB cu cristal lichid în cavitatea cuplată a unui laser HeNe

Analiza teoretică precizează o serie de parametri și anume :

*a*) condiția de pierderi maxime în cavitatea pasivă :

$$(Lef)_{max} = \frac{g_0}{1 + \frac{P_0^i + \Delta P_p/k}{B \cdot P_s}} - L_a \quad (4)$$

unde $g_0$ este cîștigul nesaturat, $P_s$ — puterea de saturație, $L_a$ — pierderile cavității active, $B$ — o constantă de proporționalitate [5, 19], $P_0^i$ — puterea emisă în starea inferioară, $\Delta P_p$ — variația puterii calculată între cele două stări stabile, iar $k$ — coeficientul de cîștig în buclă dependent, în special, de traducerea semnal optic în semnal electric de fotodetecție.

*b*) dispozitivul funcționează ca trigger *Schmidt* sau ca bistabil $SR$ cu intrare de poziționare optică și de ștergere electrică atunci cînd cîștigul în buclă îndeplinește condițiile respectiv

$$\frac{\Delta P_p}{\Delta P_0} < k_{ST} < \frac{P_2}{P_0^s} < k_{SR} < \frac{P_1}{P_0^i} \quad (5)$$

În relațiile (5), $P_1$ și $P_2$ desemnează limitele puterii optice pe fotodetector $P_p$ între care lanțul de amplificare operează liniar.

Pe lîngă precizarea condițiilor de funcționare ca bistabile *SR*, sau trigger *Schmidt*, au fost studiate posibilitățile în care configurațiile implementate pot suporta oscilații regenerative sau pot funcționa ca monostabile.

Un astfel de regim poate fi obținut dacă se adaugă în DHOB, pe lîngă bucla de reacție pozitivă, o cale de reacție negativă cu întîrziere.

În figura 8 se prezintă schema bloc a DHOB regenerativ la care bucla de reacție negativă este controlată cu ajutorul unui modulator cu cristal lichid [28, 29].

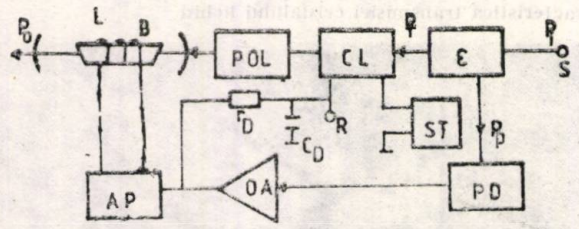



*Fig. 8* — Schema bloc a DHOB regenerativ
B : bobină ; $r_D$, $iC_D$ : circuit întîrziere ; celelalte elemente sînt definite în fig. 6

Modelul teoretic detaliat în [5, 19] precizează limitele coeficientului de cîștig $k$ pentru care DHOB oscilează :

$$\frac{P_2 - P_e^-}{P_0^s} = \beta < k < \frac{\alpha}{T_m} = \frac{1}{T_m} \cdot \left( \frac{P_1 - P_e^+}{P_0^i} \right) \tag{6}$$

unde $T_m$ reprezintă valoarea minimă a transmisiei modulatorului, iar $P_e^+$ și $P_e^-$ — nivelele de putere ale semnalului optic de intrare $P_e$ pentru care DHOB suportă tranziții între cele două stări.

De asemenea, au fost obținute expresiile duratelor impulsurilor generate și a frecvenței acestora :

$$f = \frac{1}{RC} \ln^{-1} \left( \frac{k - \alpha}{k - \beta} \cdot \frac{\beta - k \cdot T_m}{\alpha - k \cdot T_m} \right) \tag{7}$$

În figura 9 se prezintă oscilogramele impulsurilor generate pentru două valori diferite $k$ cu $r_D = 10$ kΩ și $C_D = 64$ μF, $P_e = 0$.

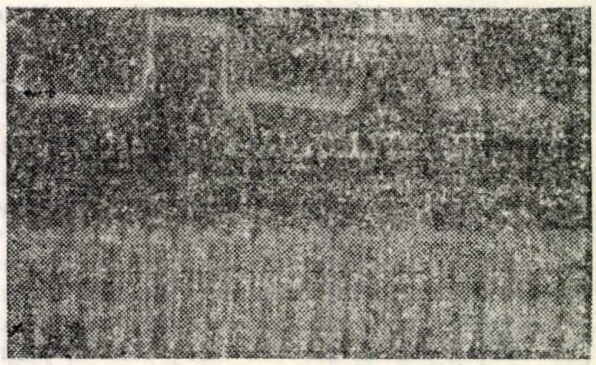


*Fig. 9* — Oscilogramele oscilațiilor pentru două valori diferite $k$ :
sus : $k = 0{,}7$ %
jos : $k = 1{,}5$ %
$H$ : 0,5 s/div ; $V$ : 200 μW/div

### II.2.1. *Caracterizarea numerică a instabilităților și fluctuațiilor în zona de tranziție*

Au fost efectuate studii numerice privind principalii parametri de control ai dispozitivelor optice bistabile în zona de tranziție, utilizîndu-se statistica fotonilor și spectrul radiației transmise. În zona de bistabilitate, fluctuațiile sistemului pot avea un efect local sau global putînd menține sistemul într-o stare bine definită sau pot induce tranziții ale sistemului între cele două stări stabile [30—35].

Distribuția de probabilitate a cîmpului de ieșire $P(x, C)$, obținută ca soluție a ecuației *Fokker — Planck* corespunzătoare este prezentată grafic în figura 10, pentru $y = 13$ și $C$ cuprins între 10 și 30.

În figura 11 se prezintă distribuția $P(x, y)$ pentru $C = 10$.

Pe de altă parte spectrul luminii transmise $S(\omega)$, determinat de transformata *Fourier* a funcției de corelație are o parte coerentă și o parte incoerentă, partea incoerentă a spectrului descriind fluctuațiile în jurul stării staționare [30].

În figura 12 se prezintă partea incoerentă a spectrului $S(\omega, \beta_S)$ pentru acord perfect ($\Omega = 0$), $\beta_S$ fiind inversul temperaturii efective. În limita temperaturii ridicate prezentată în figură ($\beta_S \to 0$), spectrul are trei componente, spre deosebire de limita temperaturilor joase ($\beta_S \to \infty$) unde spectrul are două componente [31], fiind evidențiat astfel rolul temperaturii efective asupra acestei tranziții de fază. Caracteristicile obținute, arătînd întreaga dinamică a interacției cooperative dintre atomi și cîmpul de radiație, sînt deosebit de utile în calculul parametrilor fizici ai unor dispozitive bistabile operaționale.

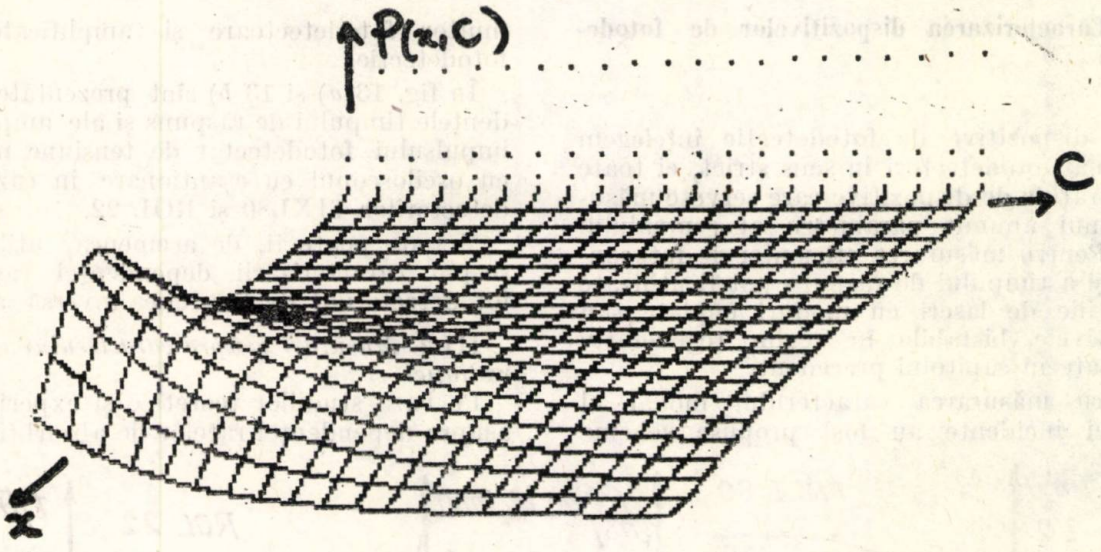



*Fig. 10* — Distribuția de probabilitate $P(x, C)$ a semnalului de ieșire pentru diferite valori ale parametrului cooperativ $C$

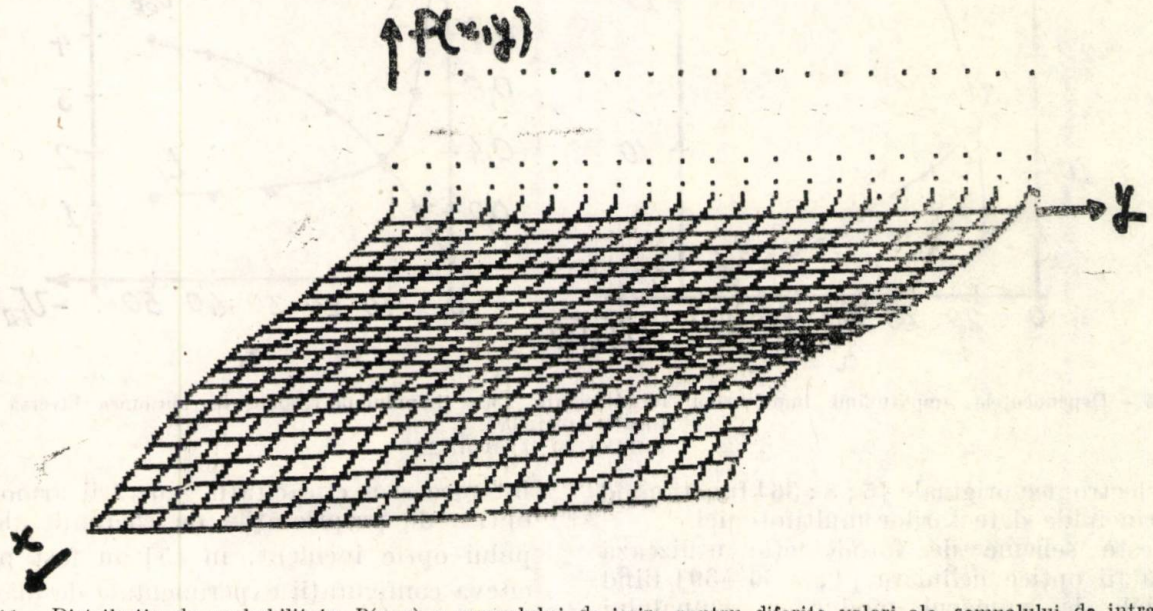



*Fig. 11* — Distribuția de probabilitate $P(x, y)$ a semnalului de ieșire pentru diferite valori ale semnalului de intrare $y$

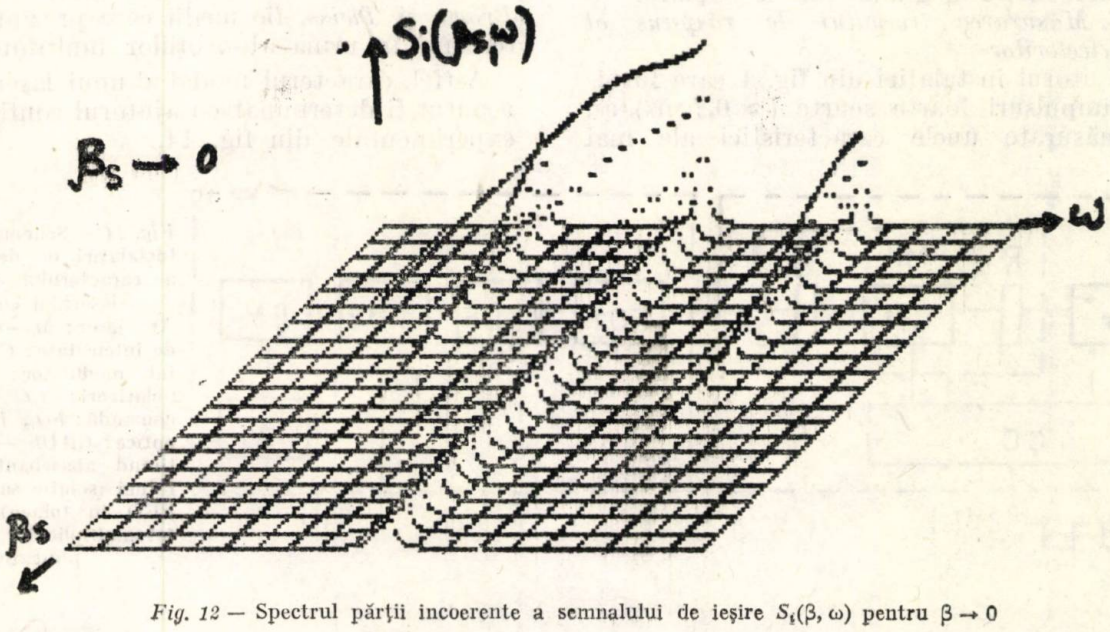



*Fig. 12* — Spectrul părții incoerente a semnalului de ieșire $S_i(\beta, \omega)$ pentru $\beta \to 0$

## III. Caracterizarea dispozitivelor de fotodetecție

Prin dispozitive de fotodetecție înțelegem nu numai fotodetectori în sens strict, ci toate configurațiile de dispozitive care servesc măsurării unui anumit parametru al semnalului optic. Pentru măsurarea eficienței de fotoconversie și a timpului de răspuns pot fi utilizate instalațiile de laseri cu moduri cuplate sau dispozitivele bistabile în regim regenerativ prezentate în capitolul precedent.

Pentru măsurarea caracterului modal al radiației incidente au fost propuse scheme optoelectronice originale [5 ; 8 ; 36] funcționînd pe principiile detectorilor multifotonici.

Aceste scheme de fotodetecție utilizează interacții optice neliniare [4 ; 5, 36—39] fiind sensibile la numărul modurilor semnalului optic incident și la gradul lor de cuplare.

III.1. *Măsurarea timpului de răspuns al fotodetectorilor*

Cu ajutorul instalației din fig. 1 care furnizează impulsuri foarte scurte ($\approx 0{,}7$ ns) au fost măsurate unele caracteristici ale mai multor fotodetectoare și amplificatoare de fotodetecție.

În fig. 13 *a*) și 13 *b*) sînt prezentate dependențele timpului de răspuns și ale amplitudinii impulsului fotodetectat de tensiune măsurate cu osciloscopul cu eșantionare în cazul fotodetectorilor TIXL80 și ROL 22.

Metoda poate fi, de asemenea, utilizată în scopul caracterizării dependenței capacității fotodetectorilor de tensiunea inversă aplicată.

III.2. *Măsurări asupra caracterului modal al radiației*

Pe baza studiilor teoretice și experimentale asupra dependenței ratelor de absorbție multifotonice și a eficacității generării armonicelor optice de proprietățile de coerență ale cîmpului optic incident, în [5] au fost propuse cîteva configurații experimentale de măsurare. Ele utilizează fie interferometre *Hanburry, Brown* și *Twiss*, fie medii care prezintă fluorescență în urma absorbțiilor multifotonice.

Astfel, caracterul modal al unui laser cu $Ar^+$ a putut fi determinat cu ajutorul configurației experimentale din fig. 14.

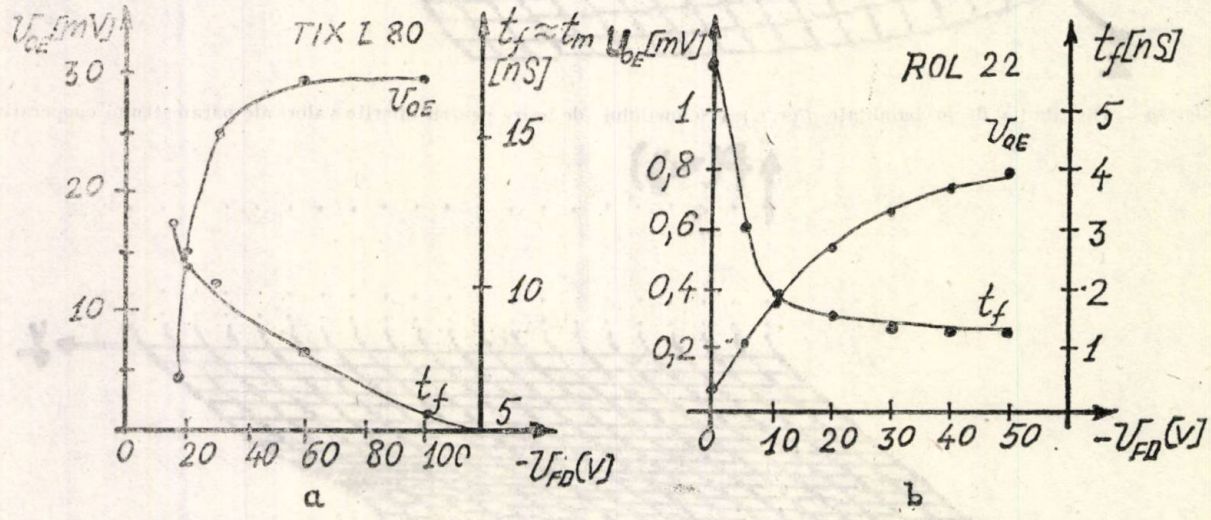



*Fig. 13* — Dependențele amplitudinii impulsurilor fotodetectate și ale timpului de răspuns de tensiunea inversă aplicată fotodetectoarelor
*a*) TIXL 80 ; *b*) ROL 22

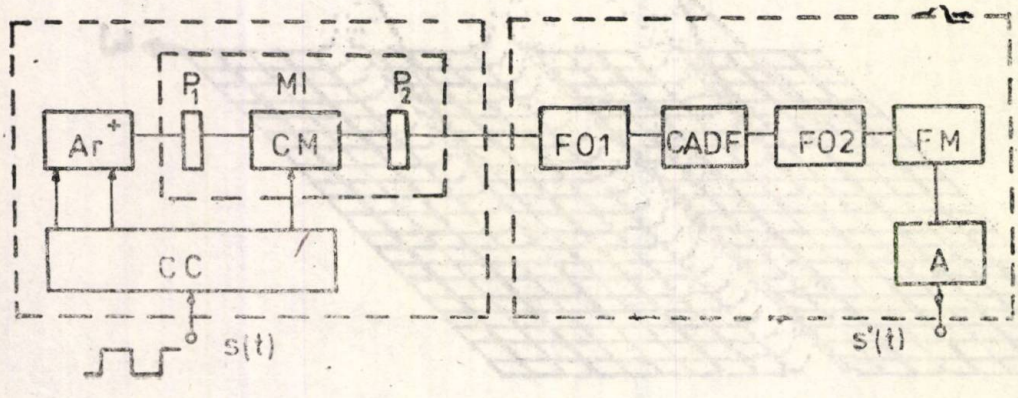



*Fig. 14* — Schema bloc a instalației de determinare a caracterului modal al laserului cu $Ar^+$
$Ar^+$ laser ; $M$ — modulator de intensitate ; $CM$. — cristal modulator ; $P_1P_2$ — polarizori ; $CC$ — circuit comandă ; $FO_1$, $FO_2$ — filtre optice ; $CADF$ — cuvă conținînd absorbant de doi fotoni (soluție saturată de PED în toluen) ; $FM$ — fotomultiplicator ; $A$ — amplificator

Fotomulticatorul $FM$ furnizează un semnal proporţional cu :

$$\omega = 1 + \frac{2k^2}{(k^2+1)^2} = \begin{cases} 1 & k = 0 \\ 1{,}5 & k = 1 \end{cases} \quad (8)$$

unde $k$ este intensitatea relativă a celor două moduri pe care poate oscila laserul.

Modulatorul în intensitate $MI$ prin intermediul circuitului de comandă c.c. asigură o intensitate constantă la ieşire indiferent de numărul de moduri din cavitate.

## IV. Caracterizarea mediilor optice de transmisie a informaţiei şi a mediilor de interacţie

Caracterizarea teoretică a ghidurilor optice cît şi a mediilor de interacţie a fost abordată dintr-un punct de vedere unitar [1—5, 40]. Astfel, zgomotele pe canal cît şi efectele cîmpurilor electrice sau magnetice asupra mediilor de interacţie străbătute de unda laser pot fi interpretate ca modulaţii. Invers, modularea caracterului modal al radiaţiei în cursul interacţiilor optice neliniare poate sta la baza conceperii unor canale optice de comunicaţii utilizînd aceste principii.

În cazul absorbţiilor multifotonice de grad $m$, prin modificarea numărului de moduri de la $M_1$ la $M_2$ gradul de modulare al emisiei de fluorescenţă a fost definit prin relaţia [5]:

$$C_L = \left(\frac{M_2}{M_1}\right)^m \cdot \frac{(M_2-1)!}{(M_1-1)!} \cdot \frac{(m+M_1-1)!}{(m+M_2-1)!} \quad (9)$$

De asemenea, s-au propus şi studiat teoretic două scheme bloc ale unor canale optice de comunicaţii funcţionînd pe baza modulării-demodulării caracterului modal al radiaţiei laser.

### IV.1. *Instalaţie experimentală pentru măsurarea lungimii de bandă a fibrelor optice*

A fost pusă la punct o instalaţie utilizînd laser cu HeNe în regim mode-locking ca sursă de impulsuri optice foarte scurte în scopul măsurării lărgirii impulsurilor la traversarea fibrelor optice (fig. 15).

Cu această instalaţie s-a măsurat în cazul unei fibre optice *Valtec* de 60 m o dispersie $D = 13{,}4$ ns/km (fig. 16). Această valoare corespunde unei lărgimi de bandă de $\approx 37$ MHz.km. De asemenea, se poate estima unghiul maxim acceptat de fibră :

$$\theta_M \approx \arccos\left(1 + D\frac{C}{n_1}\right)^{-1} \quad (10)$$

cu $n_1 \simeq 1{,}5$.

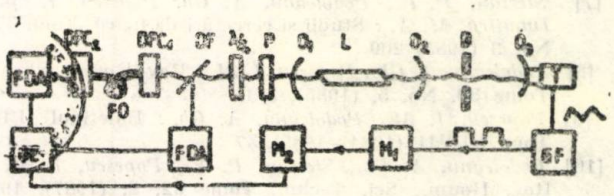



*Fig. 15* — Schema bloc a instalaţiei de măsurare a dispersiei temporale a fibrelor optice
$DFC_{1,2}$ — dispozitive fixare, colimare ; $L$ — lasor ; $O_1$, $O_2$ — oglinzi laser ; $O_3$ — oglindă laser mobilă ; $D$ — diafragmă ; $T$ — traductor electromecanic ; $M_1$, $M_2$ — circuite monostabile ; $P$ — polarizor ; $\lambda/4$ — lamă sfert de undă ; $FDA$ — fotodiodă la avalanşă (TIXL 55) ; $OE$ — osciloscop cu eşantionare $DF$ — divizor de fascicul

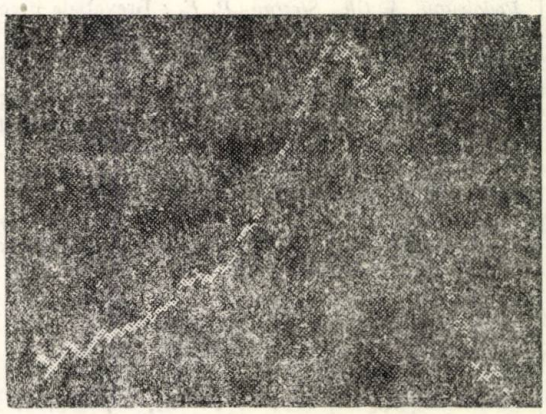


*Fig. 16* — Impulsul optic lărgit la ieşirea din fibra *Valtec* de 60 m lungime
$H$ — 0,5 ns/div ; $V$ — 20 mV/div

## V. Concluzii

Lucrarea prezintă o selecţie a contribuţiilor mai importante teoretice şi experimentale ale autorilor în domeniul investigării interacţiilor optice şi al modelării lor teoretice, al lărgirii sferei de aplicaţie a instalaţiilor de laborator. Aceste contribuţii au fost grupate în trei mari categorii : caracterizarea modulatorilor, caracterizarea detectorilor şi caracterizarea canalelor optice de comunicaţii, marcînd, de fiecare dată, diferenţele faţă de dispozitivele şi metodele consacrate în radioelectronică.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Sterian, P. E.* : Transmisia optică a informaţiei, vol. I, II, Editura Tehnică, Bucureşti, 1981
[2] *Podoleanu, A. Gh.* ; *Sterian, P. E.*, Lucrări experimentale de Electronică cuantică şi Transmisia optică a informaţiei, Tipografia IPB, Bucureşti, 1987
[3] *Sterian, P. E., Puşcaş, N. N.* : Laseri şi procese multifotonice, Editura Tehnică, Bucureşti, 1988
[4] *Sterian, P. E.* : Teză de doctorat, Bucureşti, 1977
[5] *Podoleanu, A. Gh.* : Teza de doctorat, Institutul Politehnic Bucureşti, 1984
[6] *Căluneanu, V. M., Podoleanu, A. Gh., Sterian, P. E.*: Studii şi cercetări de fizică, Tom 37, No. 3, (1985), 216

[7] *Sterian, P. E., Podoleanu, A. Gh. Popescu, I. M., Dumitru, M. A. :* Studii și cercetări de fizică, Tom. 37, No. 3 (1985) 209
[8] *Podoleanu, A. Gh., Popescu, I. M. :* Rev. Roum., Phys., Tome 30, No. 5, (1985), 381
[9] *Popescu, I. M., Podoleanu, A. Gh. :* Buletinul IPB, Tom. XLVII, (1984—1985), 37
[10] *Podoleanu, A. Gh., Sterian, P. E., Popescu, I. M. :* Rev. Roum., Sci. Techn., Tome 32, 2, (1987), 197
[11] *Podoleanu, A. Gh., Popescu, I. M., Sterian, P. E. :* Rev. Phys. Appl. (Franța), 21, (1986), 277
[12] *Sterian, P. E., :* Technical Report, Nagoya University, Japan, may 1976
[13] *Nishiwaki, A, Ito, H, Sterian, P. E., Hattari, E. :* Technical Met. Rep., Inst. Electr. Com. Japan., dec., 1976
[14] *Sterian, P. E., Alungulesei, M. :* Brevet de invenție RSR, nr. 63825/1975
[15] *Podoleanu, A. Gh., Sterian, P. E. :* Brevet de invenție RSR, nr. 76955/1982
[16] *Nishiwaki, A., Sterian, P. E., Hattari, S. :* Wave Electronics, Nr. 3, 1979
[17] *Nishiwaki, A., Sterian, P. E., Hattari, S. :* Conference of Applied Tohaku University, Japan, October 1976
[18] *Popescu, I. M., Sterian, P. E., Ștefănescu, E. N., Podoleanu, A. Gh., Dumitru, M. A. :* in „Lasers and applications" Bucharest, TQE (1985)
[19] *Popescu, I. M., Sofron, E. V., Sterian, P. E. :* Proccedings of the Fifth Iranian Conference on Electrical Engineering, 2, Shiraz, 1975
[20] *Popescu, I. M., Podoleanu, A. Gh., Sterian, P. E. :* Rev. Phys. Appl. (Franța) 18, (1983), 313
[21] *Popescu, I. M., Ștefănescu, E. N., Sterian, P. E. :* Proc. TQE, Springer-Verlag, p. 172, 1985
[22] *Ștefănescu, E. N., Sterian, P. E., Popescu, I. M., Nicolescu, D. :* Re . Roum. Phys., Tome *33*, No. 10 (1988)
[23] *Ștefănescu, E. N., Sterian, P. E., Popescu, I. M. :* Rev. Roum. Phys., *29*, p. 183 (1984)
[24] * * * Conference Abstracts TQE, Bucharest, 2—6 sept. 1985
[25] *Popescu, I. M., Sterian, P. E., Mănăilă, D., Podoleanu, A. Gh. :* Rev. Rom. Phys., *27*, No. 6—7, (1982)
[26] *Podoleanu, A. Gh., Popescu, I. M. :* Proc. TQE (1985), p. 152
[27] *Podoleanu, A. Gh., Popescu, I. M. :* Proc. TQE (1985), p. 154
[28] *Podoleanu, A. Gh., Sterian, P. E. :* The Eleventh International Liquid Crystal Conference — Brekeley, California, June 30 — July 4, 1986
[29] *Podoleanu, A. Gh., Sterian, P. E., Popescu, I. M. :* Rev. Roum. Sci. Techn., *33*, 3 (1988)
[30] *Sterian, P. E., Rancu, O., Popescu, I. M., Dorobanți, I. A. :* Proc. SPIE, International Society for Optical Engineering, TQE—88, vol. *1033*, (in print)
[31] *Popescu, I. M., Sterian, P. E., Podoleanu A. Gh., ș.a. :* Rev. Roum. Phys., *33*, No. 4—6, (1988)
[32] *Popescu, I. M., Sterian, P. E., Ștefănescu, E. N. :* Proc. Int. Sch. „Laics", Roumania, p. 328, 1982
[33] *Cristescu, C. P., Popescu, I. M., Preda, A. M., Podoleanu, A. Gh. :* Contribut. Plasma Pnhys., (RDG), 26 (1986), 3
[34] *Sterian, P. E., Millea, L. :* Rev. Roum. Phys., Tome *33*, No. 10, Bucharest (1988)
[35] *Sterian, P. E., Popescu, I. M., Rancu, O. :* Rev. Roum. Phys. Tome 34, No. 3, Bucharest (1989)
[36] *Podoleanu, A. Gh. :* Proc. TQE (1985), p. 292
[37] *Popescu, I. M., Pușcaș, N. N., Sterian. P. E., Irimescu, D. :* Proc. SPIE, International Society for Optical Engineering, TQE—88, vol. *1033* (in print)
[38] *Podoleanu, A. Gh., Sterian, P. E. :* Brevet de invenție RSR, nr. 76955/1982
[39] *Sofron, E. V., Sterian, P. E., Teodorescu, H. N. :* Le 7-ème Congrès International sur les Cristaux Liquides, 1—5 juillet, Bordeaux, France, 1978
[40] *Căluneanu, V. M., Bacivarof, I., Sterian, P. E. :* Proceedings of the International Conference on Reliability and Maintainability, Perros Guirec — France, sept. 1980

# Asupra unor metode de măsurare a încărcării electrostatice la pulberi

*MARIANA BUZDUGA**

**REZUMAT**

Articolul prezintă unele tehnici de măsurare pentru sarcina specifică ($Q/m$) a pulberilor izolatoare adecvate utilizării industriale. Aceste metode se referă la pulberi în amestec sau pure, folosite în activitatea industrială drept căptușeală electrostatică, xerografie, electrofiltraj.

**Résumé**

L'article presente quelques techniques de mesurage de la charge specifique ($Q/m$) pour les poussieres isolatrice adéquates par l'utilisation industrielle. Ces méthodes se réfèrent aux poussières en melange ou pures utilisées dans l'activité industrielle comme couverture électrostatique, xerographie, électro-filtration.

**Abstract**

The paper presents some techniques for specific charge ($Q/m$) measurement of insulating powders, adequated for industrial use. These methods concern pure or mixed powders used in industrial activity as electrostatic coating, xerography, electrofiltering.

## I. Introducere

Aplicarea industrială a tehnologiilor electrostatice prezintă un interes crescînd, iar dintre metodele folosite cele pe cale uscată sînt preferate datorită avantajelor pe care le oferă : înalta eficiență economică ; simplitatea modului de lucru ; reducerea solvenților (ex. la acoperiri

* Institutul Politehnic Iași

electrochimice); reducerea poluării mediului înconjurător (metode de purificare a cărbunelui de ex.); simplificarea instalaţiilor de lucru (eliminarea instalaţiilor de uscare).

Metodele electrostatice uscate utilizează ca materie primă pulberi ale căror caracteristici electro-fizice (în special capacitatea de electrizare şi păstrare a sarcinii) sînt determinante pentru eficienţa tehnologiilor respective.

Utilizarea pulberilor prezintă însă unele aspecte particulare privind marea sensibilitate la un număr mare de factori de influenţă cum sînt: umiditatea atmosferică (ce acţionează asupra rezistivităţii superficiale a granulelor); mărimea şi forma granulelor (cu influenţă asupra triboelectrizării şi a remanenţei sarcinii); rezistivitatea şi natura materialului: temperatura, metoda de electrizare, vîscozitatea ş.a.

Acesta este motivul pentru care metodele de măsurare ale caracteristicilor electrostatice trebuie să respecte cît mai fidel condiţiile de lucru reale, în scopul obţinerii de informaţii utilizabile pentru respectiva aplicaţie.

Parametrul cel mai răspîndit pentru aprecierea calităţilor electrostatice ale materialelor folosite în diverse procese industriale este încărcarea specifică $Q/m$ (fie că e vorba de eficienţa de separare-purificare a unor amestecuri, de electrofiltrare, de eficienţa acoperirilor electrostatice sau calitatea xerocopierii etc.)

Electrizarea pulberilor este un fenomen ce se poate obţine prin: frecare, contact cu un corp electrizat, influenţă electrostatică, acţiune electrochimică, iradierea cu lumină sau alte radiaţii (efect fotoelectric sau ionizare), emisie electronică ş.a.

Aplicaţiile industriale vizate în prezentul material utilizează electrizarea prin frecare şi prin ionizare Corona. Densităţile superficiale de sarcină acumulate de pulberi pot fi mai mari decît la alte geometrii (circa 25 nC/cm² în loc de 3 nC/cm²) datorită distanţelor foarte mici între particulele electrizate care nu permit electronilor atingerea vitezelor necesare provocării străpungerii aerului.

## II. Analiza unor metode de măsurare a raportului $Q/m$ asupra unor pulberi simple

Metodele de măsurare a încărcării specifice implică existenţa unui sistem de electrizare a particulelor de tip descărcare Corona sau prin efect triboelectric, a mijloacelor de separare a particulelor încărcate cu polarităţi diferite şi a mijloacelor de măsurare pentru $Q$, respectiv $m$.

Pentru determinări asupra unei particule încărcate s-au dezvoltat, ca tehnici de laborator metode bazate pe analiza ecuaţiei de mişcare în cîmp electric a particulei (pentru determinarea lui $Q$) şi tehnici fotografice pentru determinarea masei. Aceste metode pot fi utilizate pentru un număr restrîns de particule solide sau lichide, un exemplu fiind constituit de dispozitivul descris în continuare, folosit pentru analiza apariţiei particulelor polarizate invers la impactul dintre particulele încărcate şi suprafaţa de depunere (ex. la vopsiri electrostatice umede sau uscate, electrofiltre ş.a.) [7]

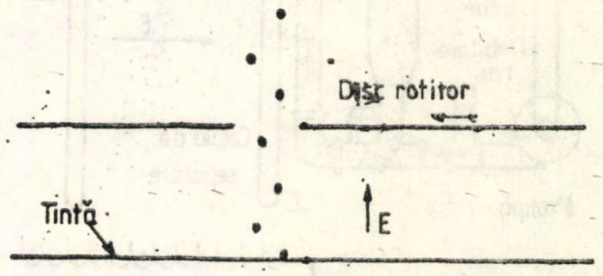



Fig. 1

Dispozitivul prezentat schematic în fig. 1 conţine un sistem de emisie a unui jet de picături de 500 μm măsurate prin tehnica fotografiei, un disc rotitor cu o fantă de 2 cm aflată la 6 cm deasupra unei ţinte acoperite cu un film umed cu grosimea de 125 μm şi căreia i s-a aplicat un potenţial de 16 kV. Picăturile cad asupra discului ce se roteşte cu 20 Hz timp de 1 s. În acest interval, de fiecare dată cînd fanta trece în dreptul jetului, cîteva picături trec şi lovesc ţinta. Pînă ce picăturile lovesc ţinta, fanta s-a deplasat cu distanţa $d$. Acest punct este luat ca origine. După lovirea ţintei, fragmentele încărcate formate sînt accelerate în sus sub influenţa cîmpului electric $E$ şi lovesc în diverse puncte coala de mică ataşată discului rotitor. Mărimea şi sarcina fragmentelor se determină prin măsurarea dimensiunii şi poziţiei fiecărei pete de pe disc. Cu acest dispozitiv se poate analiza efectul conductivităţii particulei asupra formării sarcinii inverse, care este cel mai important parametru pentru apariţia acestui efect.

Pentru caracterizarea globală a stării de electrizare a unor mase de pulberi s-au dezvoltat alte metode, mai puţin precise, dar mai ieftine şi mai uşor de utilizat, ce sînt prezentate în continuare.

### II.A. *Metode ce utilizează electrizarea prin frecare*

Dispozitivul de electrizare se bazează pe agitarea particulelor de o puternică turbulenţă de aer realizată prin suflare de aer comprimat sau cu paletele unui ventilator (fig. 2, fig. 3).

Dispozitivul de măsurare a sarcinii $Q$ este compus dintr-o cuvă Faraday (fig. 3) care este legată la un aparat de măsură ce poate fi electrometru-coulombmetru sau voltmetru electrostatic pentru măsurarea cîmpului produs de sarcină şi determinarea $Q$ prin calcul.

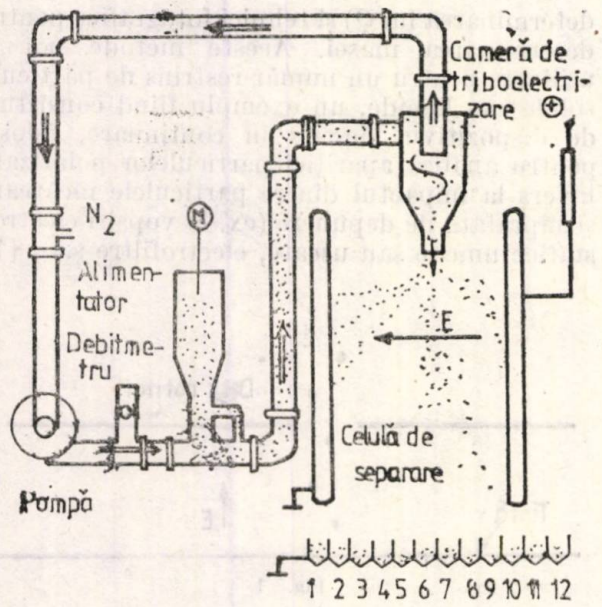



Fig. 2 Instalație do acoperire a incluziunilor din minereul de cărbune dotată cu cameră de încărcare triboelectrică

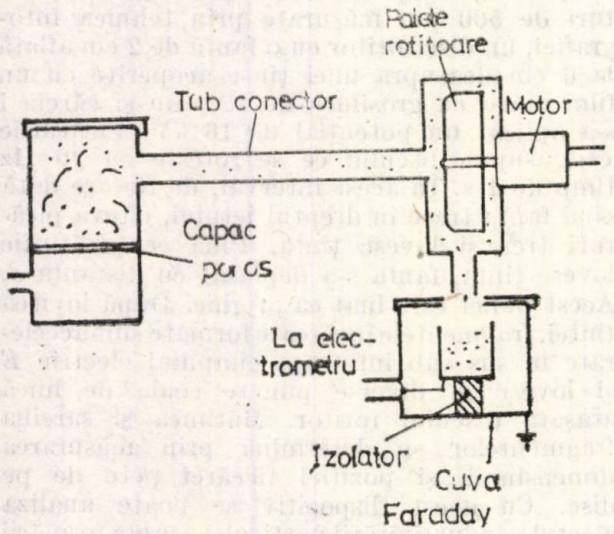



Fig. 3 Instalație de electrizare și măsurare a sarcinii specifice a aerosolilor

Aceasta din urmă are avantaje incontestabile față de celelalte metode. Masa pulberii este determinată prin cîntărire. Aceasta este o metodă utilizată pentru cazul cînd întreaga masă de pulbere electrizată are o singură polaritate (frecare cu pereții camerei de electrizare).

Încărcarea unor aerosoli, ca de exemplu a cenușii, poate surveni în timpul combustiei sau ulterior cînd este supusă unui puternic jet de aer. În general, acești aerosoli există în stare de încărcare bipolară fără să fie neapărat neutri în ansamblu. Existența unor astfel de stări nu poate fi pusă în evidență cu un filtru tip cuvă Faraday convențională.

Pentru măsurări asupra unor astfel de aerosoli, în scopul evidențierii electrizării lor, deci a posibilităților de separare electrostatică a acestora din gazele rezultate din arderea cărbunilor trebuie ca instalația de măsurare să reproducă condițiile din tubulatură, iar capul de culegere a eșantionului să nu creeze turbulențe în tunel [8].

Dispozitivul de măsurare este prezentat în fig. 4 și conține capul difuzor pentru eșantionare izocinetică, un sistem colector pentru particule încărcate, format din două plăci plan-paralele și un filtru total pentru colectarea particulelor neîncărcate și sistemul de conectare la mijloacele externe de măsurare (electrometru), de alimentare cu înaltă tensiune a plăcilor colectoare, respectiv la pompa de vid. Plăcile electrod sînt realizate din aluminiu subțire, sînt fixate prin glisare în caneluri izolante din teflon, pentru a putea fi extrase și cîntărite. Lungimea plăcilor a fost aleasă pentru a asigura colectarea tuturor particulelor încărcate.

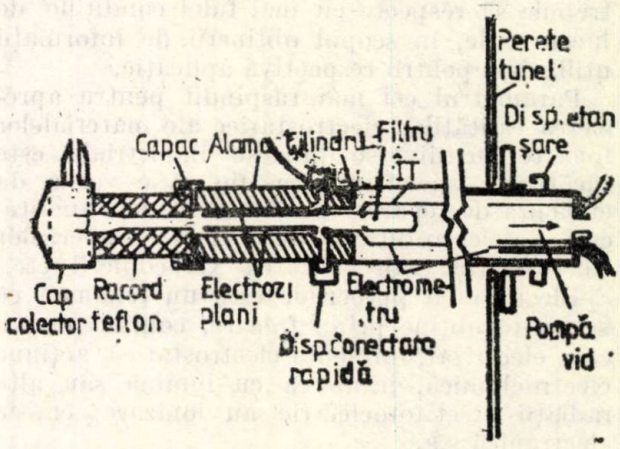



Fig. 4

Particulele conductoare mari pot falsifica rezultatele datorită riscului ca ele să efectueze mișcări oscilatorii de la o placă la alta, contribuind la sarcina măsurată și crescînd în mod artificial valoarea $Q/m$ determinată. De asemenea, se iau măsuri pentru a elimina influența pulberilor depuse pe izolatori asupra curentului de descărcare, deci asupra determinării $Q$. Dispozitivul poate fi utilizat și pentru analiza gradului de dispersie al cenușii, întrucît raportul $Q/m$ este de așteptat să crească la un grad mai mare de aglomerare.

### II.B. *Metode ce utilizează încărcarea prin ionizare Corona*

Pentru producerea ionizării Corona dispozitivul de măsurare trebuie să conțină un electrod (ascuțit sau filiform) pentru inițierea descărcării. Construcția ansamblurilor de măsurare urmărește îndeaproape condițiile din aplicația concretă supusă studiului.

Cînd se urmărește măsurarea încărcării pulberilor aflate în suspensie în aer se poate folosi

dispozitivul din fig. 5 ce conține un cap de suflare al pulberii prevăzut cu un electrod ascuțit care produce descărcare Corona cînd i se aplică un potențial mare, descărcare ce se utilizează pentru ionizarea particulelor.

Pentru a elimina eroarea datorită ionizării aerului se prevede o grilă ce elimină ionii în exces. Se măsoară întîi curenții de grilă și ai cuvei Faraday datorați ionizării aerului și impurităților și apoi se suflă pulberea. Aceasta se ionizează, trece prin grilă și ajunge în cuva Faraday unde se măsoară θ. Masa se determină prin cîntărire.

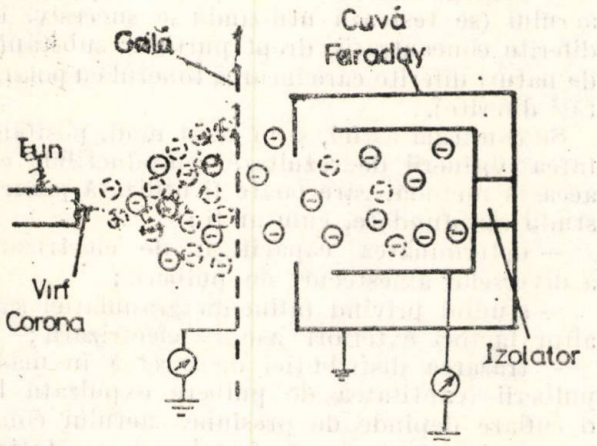



Fig. 5

În momentul suflării pulberii se produc două fenomene :

— curentul de grilă scade, datorită mascării grilei de către pulbere ;

— curentul cuvei Faraday crește datorită pulberii ionizate ce ajunge pe aceasta.

Măsurarea trebuie efectuată înainte de acoperirea completă a grilei cu pulbere, ceea ce favorizează apariția unei ionizări secundare și falsificarea rezultatelor.

Dacă aplicația concretă o permite, este de dorit să se evite măsurările asupra pulberilor dispersate ce creează mari dezavantaje datorită : traiectoriilor divergente ale particulelor, influenței ionilor și impurităților din aer, depunerea pulberii pe izolatori, creșterea sensibilității la factori de mediu (curenți de aer, compoziția atmosferei, umiditate, temperatură etc.) toate concurînd la o reproductibilitate scăzută a rezultatelor experimentelor.

O metodă ce elimină aceste dezavantaje, aducînd și avantajul măsurării $Q$ fără contact galvanic cu pulberea prin măsurarea cîmpului produs de aceasta este prezentată în [9]. În fig. 6 este prezentat principial capul de măsurare. Aceasta este format din două secțiuni :

— o parte fixă prevăzută cu fante circulare, așezate pe circumferința unui cerc cu centrul în axul dispozitivului, în care, pe cîte un suport poros, se așază pulberea de testat. Pentru a se evita antrenarea pulberii de către curentul de

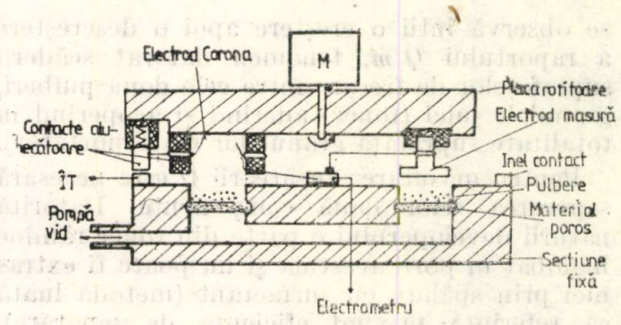



Fig. 6

aer, fantele sînt conectate în partea de jos la o pompă de vid care absoarbe aerul prin materialele poroase fixînd astfel pulberea ;

— o parte mobilă, antrenată de rotorul unui motor $M$ care susține un electrod de ionizare Corona și un electrod de captare a cîmpului, așezate diametral opus și în dreptul fantelor de pe partea fixă. Cei doi electrozi sînt conectați la înaltă tensiune, respectiv dispozitivul de măsurare prin contacte alunecătoare.

Rotirea plăcii superioare permite electrizarea pulberii din fiecare fantă și modularea semnalului captat de electrodul de măsurare (forma și poziția fantelor a fost aleasă pentru a se obține semnal sinusoidal), măsurarea făcîndu-se în c.a. Electrodul de captare este conectat la un voltmetru care indică amplitudinea cîmpului electric ce este în directă relație cu sarcina electrică, avînd ca parametri constructivi capacitatea și distanța între pulbere și electrod. (Etalonarea dispozitivului se poate face și prin aplicarea unei tensiuni cunoscute pe niște materiale conductoare plasate în fante).

Dispozitivul poate fi utilizat pentru studiul încărcării pulberilor, al remanenței sarcinii, măsurări comparative, fiind adecvat pentru pulberi cu granulații între 1 și 5000 μm, dar, dacă se înlocuește partea fixă cu o placă subțire fixă prevăzută cu fante asemănătoare, permite și studiul suprafeței unor materiale.

### III. Măsurări asupra amestecurilor de pulberi

Un amestec de pulberi cu largă răspîndire este cel utilizat ca revelator în xerografie (toner + developer). Metode de testare s-au dezvoltat în special pentru aceasta deși, principial, ele pot fi utilizate și în alte cazuri.

Calitatea xerocopierii (contrastul imaginii) este direct influențată de sarcina specifică a tonerului și de concentrația acestuia în amestecul de revelare. Metodele de testare permit determinarea simultană a acestor mărimi. În conformitate cu aplicația concretă toate metodele întîlnite utilizează încărcarea triboelectrică a tonerului prin frecare cu developerul, utilizînd agitarea mecanică sau prin suflare cu aer. Timpul de amestecare influențează gradul de electrizare : pentru cîteva ore de amestec

se observă întîi o creştere apoi o descreştere a raportului $Q/m$, fenomen datorat scăderii suprafeţelor de frecare între cele două pulberi, granulele mici (toner) aderînd şi acoperind în totalitate suprafaţa granulelor mari (purtător).

Pentru măsurarea încărcării $Q$ este necesară separarea celor două componente. Datorită naturii developerului o parte din toner rămîne înglobat în porii acestuia şi nu poate fi extras nici prin spălare cu surfactant (metodă luată ca referinţă privind eficienţa de separare). Una din metode este separarea prin suflare cu aer comprimat, amestecul fiind plasat într-o colivie cilindrică izolată, închisă la ambele capete cu sită, ale cărei ochiuri permit trecerea unei singure componente (cea cu granulaţie mai fină). Pulberea rămasă în colivie după suflare este încărcată cu o sarcină egală şi de semn contrar celei expulzate şi poate fi măsurată, de ex., cu un voltmetru generator. Masa pulberii căreia i se atribuie această sarcină se determină prin cîntărire iniţială şi finală a coliviei. Pentru creşterea preciziei determinării, pulberea expulzată poate fi captată şi separată în cîmp electric, determinîndu-se fracţiunile $m_+$ (masa electrizată pozitiv), $m_-$ (masa electrizată negativ) şi $m_n$ (masa neutră), sarcina $Q$ măsurată fiind atribuită fracţiunii corespunzătoare determinată prin cîntărire. Un aparat realizat pe acest principiu [10] e prezentat principial în fig. 7.

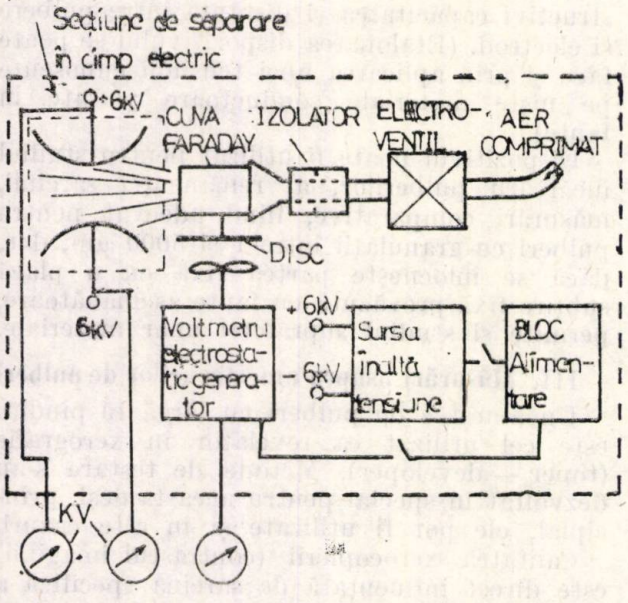



Fig. 7

Alte variante constructive pot prevedea dispozitive de antrenare a cuştii, suflarea prin ambele părţi (pudra eliminată fiind pierdută) cu avantajul neobturării sitei, suflarea prin ajutaje mici faţă de diametrul sitelor (cu avantajul menţinerii amestecului în continuă mişcare şi a neobturării sitelor) etc. Influenţa redusă a condiţiilor de lucru asupra rezultatelor poate fi testată experimental [3]:

— influenţa jetului de aer asupra încărcării (se testează prin suflare asupra coliviei fără pulbere); (pentru ameliorare se pot utiliza gaze inerte);

— frecarea pulberii cu pereţii cuştii Faraday (se testează utilizînd cuşti din materiale diferite) sau cu sitele ecran (se testează măsurînd curentul de descărcare a unei site ecran izolate);

— cantitatea de pulbere utilizată pentru experiment;

— apariţia descărcărilor prin străpungerea aerului (se testează utilizîndu-se succesiv, în diferite concentraţii, drept purtător substanţe de naturi diferite care încarcă tonerul cu polarităţi diferite).

Se confirmă astfel, şi în acest mod, posibilitatea obţinerii de rezultate reproductibile cu această metodă, care poate fi utilizată pentru studii aprofundate, cum ar fi:

— determinarea capacităţii de electrizare a diverselor amestecuri de pulberi.;

— studiul privind influenţa granulaţiei sau altor factori exteriori asupra electrizării;

— trasarea distribuţiei de sarcină în masa pulberii (cantitatea de pulbere expulzată la o suflare depinde de presiunea aerului comprimat, în ipoteza că forţele electrostatice între componentele amestecului sînt monoton crescătoare cu sarcina);

— calcularea concentraţiei unei componente din amestec.

O perfecţionare a acestui dispozitiv este prezentată în [11], aparatul înlocuind metoda de suflare prin una de absorbţie, curentul de aer fiind provocat de o pompă de vid, ceea ce oferă cîteva avantaje:

— tonerul separat poate fi uşor recuperat;

— se poate utiliza o pompă de vid uzuală ce asigură suficientă depresiune şi o viteză uniformă a aerului la volume mari;

— se poate utiliza aerul obişnuit fără a mai fi nevoie de filtrarea lui la presiune înaltă sau de utilizarea de azot comprimat. Aparatul are înglobat un sistem de rotire a cuvei cu 40 rot/min de către un motor, un sistem pneumatic complex de poziţionare precisă a cuvei faţă de duza pompei şi, elementul cel mai critic, orificiul pompei de vid care trebuie să asigure o astfel de viteză a aerului prin cuva de test încît să asigure separarea componentelor pînă la sarcini de 40 $\mu$C/g.

Instalaţia este concepută pentru a fi utilizată în industrie, avînd avantajele de a permite determinări cu precizii satisfăcătoare, într-un timp relativ redus, fără perturbarea funcţionării utilajelor de copiere.

Utilizatorii de maşini de xerocopiat pot asigura supravegherea concentraţiei revelatorului utilizînd dispozitivul prezentat schematic

în fig. 8, [12]. Amestecul este plasat între doi electrozi (3 ; 4) şi este agitat cu un vibrator. Concentraţia tonerului poate fi determinată prin măsurarea zgomotului electric ca rezultat al triboelectrizării.

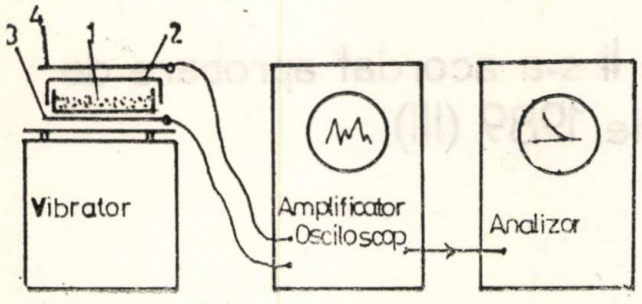



Fig.e 8

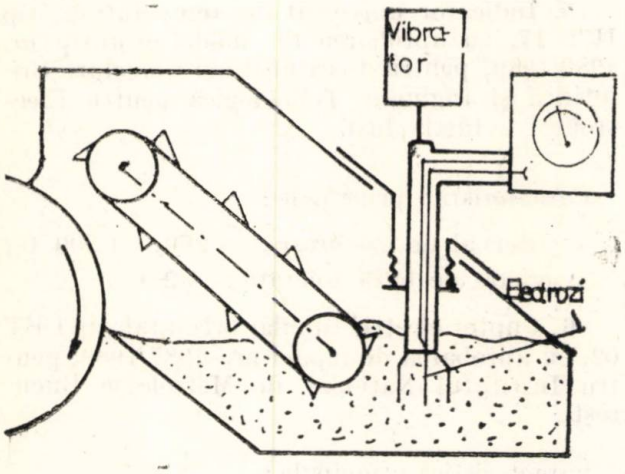



Fig. 9

Electrozii pot fi plasaţi şi în interiorul maşinii de xerocopiat (fig. 9). Cînd curgerea normală a amestecului în sistemul respectiv produce suficientă agitare se pot elimina mijloacele exterioare de agitare. Zgomotul produs poate fi detectat într-o bandă largă, urmărindu-se evitarea frecvenţelor perturbatoare ale reţelei sau agitatorului. Circuitul electronic utilizat pentru măsurarea intensităţii zgomotului poate fi un analizor sau un milivoltmetru selectiv etc. Dispozitivul se pretează a fi introdus într-un sistem automat de urmărire a concentraţiei tonerului, în care trebuie prevăzute circuite de mediere pentru a se evita influenţa paraziţilor ocazionali sau a efectelor tranzitorii ce apar la completarea cu toner. Pentru un sistem dat trebuie trasată curba semnal zgomot-concentraţie pentru a se putea utiliza metoda descrisă.

## IV. Concluzii

Calităţile electrostatice ale pulberilor pot fi caracterizate de parametrul $Q/m$ — sarcină specifică. Principiul metodelor de măsurare se bazează pe separarea componentelor electrizate cu polarităţi opuse (din amestecuri de două pulberi sau dintr-o masă deaglomerată a unei singure pulberi), măsurarea $Q$ şi $m$ a respectivelor eşantioane.

Separarea eşantioanelor se poate face în cîmp electric sau prin metode mecanice (absorbţie-suflare de aer). Măsurarea propriu-zisă a masei şi a sarcinii se face prin mijloace clasice : cîntărire, respectiv măsurare cu electrometrul, coulombmetrul sau cu voltmetrul electrostatic generator.

Comparativ cu alte procedee ce utilizează tehnica fotografică şi studiul mişcării în cîmp electric, metodele prezentate sînt potrivite pentru aplicaţii industriale putînd caracteriza electrizarea globală a unei mase de pulbere.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Challande R.* : Mesure et élimination de l'électricité sfatique nuisible. Collection de l'ANRT 1973, Ed. Eyrolles.

[2] *Staroba I., Simorda I.* : Electricitatea statică în industrie (trad. lb. rusă), I.D.T. — Bucureşti, 1962.

[3] *Schein L. B., Cranch J.* : The static electrification of mixtures of insulating powders. J. of Applied Physics, vol. 46, nr. 12, 1975.

[4] *Singh Sampuran :* Charging characteristics of some powders used in electrostatic coating. IEEE Trans. on industry application, vol. IA—17, nr. 1, 1971.

[5] *Masuda S., Toraguchi M., Takahashi T., Haga K.* : Electrostatic beneficiation of coal using a cyclone tribocharger. IEEE Trans. on Ind. Appl. vol. IA—19, nr. 5, 1984.

[6] *Liu Y. H, Benj. Hsu. Chi Yeh*: On the Theory of Charging of aerosol Particles in an electric Field. J, of Appl-Physics 3/1968.

[7] *Sickles J., Anestos*: Electrostatic generation of fine Paint Droplets. IEEE Tran. on. Ind. Appl. 3/1979.

[8] *Self A. S., Kushner P., Pejack E.* : A charge Analysing Probe for Aorosol Flows. IEEE Tran. on Ind. Appl. 6/1980, p. 755.

[9] U.S. Patent 3943437/9 martie 1976, autor Maccol Mourier

[10] *Antoniu M., Vremeră E., Buzduga M.* : Aparat pentru măsurarea triboelectricităţii la pulberi izolatoare, Bul. I. P. Iaşi, (sub tipar)

[11] *Donovan L., Laukaitis J.*, — Device for Simultaneus Measurements of. the Available Toner Concentration and Toner Charge of Dry electrophotographic Developer. IEEE Tran. on Ind. Appl. 6/1983.

[12] U. S. Patent 3 999 119 Jan Bares : Measuring Toner Concentration

# Mijloacele de măsurare cărora li s-a acordat aprobare de model în perioada ianuarie—iunie 1989 (III)

X. În domeniul: **MĂRIMILOR TERMICE**

1. Termometru digital portabil tip TDP-01, cu aprobarea provizorie de model nr. 4540/1989 pînă la data de 01.06.1990, pentru Întreprinderea de Aparatură și Utilaj de Cercetare București — filiala Galați

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: — 30 . . . + 80 °C;
— eroare de bază absolută tolerată: ±1,1 °C

2. Termorezistențe aferente părții clasice a unității nucleare din CNE, tip CANDU Pt 2 × 100, cu aprobarea provizorie de model nr. 4783/1989, pînă la data de 31.XII.1990, pentru Întreprinderea de Traductoare și Regulatoare Directe Pașcani

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: — 50 . . . 300 °C;
— $R_0 = 100{,}00$ ohm; $R_{100} = 138{,}50$ ohm;
— $W_{100} = 1{,}3850$;
— cu trei fire de ieșire;
— clasă de exactitate: I

3. Aparat pentru măsurarea digitală a temperaturii metalelor tip AMT 02, cu aprobarea provizorie de model nr. 4831/1989, pînă la data de 31.12.1991, pentru Institutul pentru Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Electronică București.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 1100 . . . 1760 °C;
— rezoluție: 1° C;
— eroare de bază absolută tolerată: ±5 °C

4. Termocupluri normale PtRh 30% — Pt Rh 6% cu aprobarea provizorie de model nr. 4925/1989, pînă la data de 30.06.1991, pentru Întreprinderea de Traductoare și Regulatoare Directe Pașcani.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 600 . . . 1 600 °C;
— eroarea de bază absolută tolerată: ±1,5 . . . ±4 °C;
— diametru electrozi: 0,5 mm

5. Indicator universal de temperatură, tip IUT 17, cu aprobarea de model-prototip nr. 4980/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Electronică — filiala Iași.

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: — 200 . . . 1 200 °C;
— eroare de bază tolerată: ±2 °C

6. Cuptor electric tubular orizontal, tip CET 02, cu aprobarea de model nr. 4987/1989, pentru Institutul Național de Metrologie București

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 300 . . . 1 200 °C;
— gradient de temperatură: 0,5 °C/cm

7. Dilatometru pentru electrozi de cărbune grafitat, tip DEC 01, cu aprobarea de model-prototip nr. 5017/1989, pentru Întreprinderea de Aparatură și Utilaj de Cercetare București — filiala Galați

Caracteristici principale:
— interval de măsurare a temperaturii: 25 . . . 300 °C;
— interval de măsurare a dilatării: 0 . . . 100 μm;
— rezoluție: 0,1 °C;
— eroare de bază raportată tolerată: ±1,5%

8. Pirometru în infraroșu pentru procesul de forjare, tip TELETERM 02.01, cu aprobarea de model-prototip nr. 5044/1989, pentru ITIM Cluj

Caracteristici principale:
— interval de măsurare: 800 . . . 1 300 °C;
— rezoluție: 1 °C;

— eroare de bază absolută tolerată : ±15 °C

9. Baie termometrică de laborator cu săruri, cu aprobarea provizorie de model nr. 5060/1989, pînă la data de 31.12.1989, pentru Întreprinderea de Prototipuri de Elemente de Automatizare Ploiești

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 250...450 °C ;

— uniformitate temperatură : 0,5 °C ;

— stabilitate temperatură : 0,3 °C/5 minute

10. Dilatometru pentru caracterizarea huilelor, tip DCH 01, cu aprobare de model prototip, pentru Întreprinderea de Aparatură și Utilaj de Cercetare București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 300...500 °C ;

— rezoluție : 1 °C ;

— eroare de bază absolută tolerată : ±5 °C

11. Echipament antigrizutos pentru măsurarea temperaturii aerului, tip EMTA 01, cu aprobarea de model-prototip nr. 4877/1989, pentru Institutul de Cercetări pentru Industria Electrotehnică — filiala Iași.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0...40 °C ; 0.... ...80 °C ;

— semnal unificat : 2...10 mA ;

— eroare de bază tolerată : ±1 °C ; ±2 °C

12. Termometru manometric indicator Ø 160 cu aprobarea de model-prototip nr. 4655/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină și Scule București

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : — 40...110 °C ;

— clasă de exactitate : 2,5 pentru prima treime
1,6 pentru ultimele două treimi

13. Termocupluri normale PtRh(10%)-Pt în teacă ceramică, cu aprobarea provizorie de model nr. 4838/1989, pînă la data de 30.06. 1991, pentru Întreprinderea de Traductoare și Regulatoare Directe Pașcani

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 300...1 200 °C ;

— clasă de exactitate : 2

14. Instalație pentru măsurarea continuă a puterii calorifice a combustibililor gazoși tip IMPC—EF cu aprobarea de model-prototip nr. 4928/1989 pentru CIPEET — București

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 7000... 9000 kcal/m³ ;

— eroarea de bază relativă tolerată : ±2%

— cu înregistrarea și/sau transmiterea indicațiilor la distanță

XI. În domeniul : **MĂRIMILOR CINEMATICE și ACUSTICE**

1 Indicator tahometric pentru utilizări navale, tip 1 IT—UN, cu aprobarea provizorie de model nr. 172/1989 pînă la data de 31.12.1990, pentru Întreprinderea Aparate Electrice de Măsurat Timișoara.

— intervale de măsurare :

| | |
|---|---|
| 0...600 rot/min | 150...0...150 rot/min |
| 0...800 rot/min | 200...0...200 rot/min |
| 0...1000 rot/min | 300...0...300 rot/min |
| 0...1200 rot/min | 400...0...400 rot/min |
| 0...1400 rot/min | 500...0...500 rot/min |
| 0...1600 rot/min | 600...0...600 rot/min |

— limita minimă de măsurare : 150 rot/min.

— clasa de exactitate : 2,5

— scara gradată este circulară, cu deschidere de 240°, unilaterală sau bilaterală ;

— indicatorul tahometric poate fi utilizat cu unul sau două tahoindicatoare.

XII În domeniul : **MĂRIMILOR OPTICE**

1. Fotometru integral tip FITS, cu aprobarea provizorie de model nr. 4997/1989 pînă la data 31.12.1990 pentru Institutul de Fizică și Tehnica Aparatelor cu Radiații București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 10...100%

— rezoluție : 1 digit

— eroare de bază relativă tolerată : ±2%

— este un transmitanțmetru pentru sticlă incoloră.

2. Radiometre laser pentru 10,6 μm, tip R-100 A și R-500 B, cu aprobare provizorie de model nr. 4946/1989 pînă la data 31.12.90 pentru Jnstitutul de Fizică și Tehnica Aparatelor cu Radiații — București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare :

— pentru tipul R-100 A : 0...3W ; 0...10W
0..30 W ;
0....100 W

— pentru tipul R-500 *B* : 0...100 W ;
0...300 W ;
0...500 W.

*OBSERVAȚIE* : La ambele tipuri limita minimă de măsurare este la % din limita maximă de măsurare.

— valoarea diviziunii :

— pentru tipul R-100 *A* : 0,03 W ; 0,1 W ; 0,3 W ; 1 W.

— pentru tipul R-500 *B* : 1 W ; 3 W ; 5 W.

— eroarea de bază relativă tolerată : ±10%.

XIII. În domeniul : **MĂRIMILOR FIZICO-CHIMICE**

1. Titrimetru automat, tip 2014, cu aprobarea provizorie de model nr. 4223/1989 pînă la data de 1.04.1991, pentru Întreprinderea de Aparatură și Utilaje pentru Cercetare București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare 0...14 pH (—900 ...+900 mV)

— valoarea diviziune 0,1 pH

— eroare de bază absolută tolerată ±0,1 pH (±6 mV)

2. Analizator de conținut de ulei prin rezonanță magnetică nucleară în impulsuri tip AREMI—101, cu aprobarea de model-protop nr. 4752/1989, pentru Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară București.

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: (1,0...60,0)% masă ulei

— valoare diviziune: $d = 0{,}1\%$ masă

— eroare de bază absolută tolerată: $\pm$(0,2...0,4)% masă ulei

3. Instalație pentru măsurarea umidității prin metoda punctul de rouă tip IMU ppm, cu aprobarea de model-prototip nr. 4779/1989, pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări — filiala Cluj-Napoca.

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: (—65...+20) °C punct de rouă

— valoare diviziune: $d = 0{,}1$ °C

— eroare de bază absolută tolerată: $\pm 1$ °C

4. Densimetru pentru compoziții nevulcanizate, tip DNC, cu aprobarea de model prototip nr. 4898/1989, pentru Intreprinderea de Aparatură și Utilaje pentru Cercetare București

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: (0,960...1,55)g/cm³

— valoare diviziune: $d = 0{,}001$ g/cm³

— eroare de bază absolută tolerată: ±0.01 g/cm³

5. Gamadensimetru pentru fluide de cimentare și stimulare tip GDFC cu aprobare de model-prototip nr. 4929/1989, pentru Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară — București.

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: (1...2,1) g/cm³

— valoare diviziune: 0,01 g/cm³

— eroare de bază relativă tolerată: $\pm 3\%$

6. Analizor pentru măsurarea oxigenului dizolvat în apă, tip AMOX — 20, cu aprobarea de model-prototip nr. 4941/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică — Ploiești.

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: (0,2...20) mg $O_2$/l

— valoare diviziune: 0,01 mg $O_2$/l

— eroare de bază absolută tolerată: $\pm$0,3 mg $O_2$/l

7. Viscozimetru cu tub capilar cu nivel suspendat tip Ubellohde, cu aprobarea de model -prototip nr. 4958/1989, pentru Întreprinderea de Sticlărie Bucuresti.

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: 2...500 mm²/s

— eroare de bază relativă tolerată: $\pm 0{,}6\%$ pentru $k = (0{,}01...0{,}1)$ mm²/s și $\pm 1\%$ pentru $k = 0{,}(3...0{,}5)$ mm²/s

8. Umidimetru pentru materiale textile, tip UMIDITEX M, cu aprobarea de model-prototip nr. 4979/1989, pentru Institutul pentru Tehnologie Izotopică și Moleculară — Cluj-Napoca.

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: (40...80)% umiditate reală

— valoare diviziune: $d = 0{,}1\%$ umiditate reală

— eroare de bază absolută tolerată: $\pm 4\%$ umiditate reală.

XIII. În domeniul: **CONCENTRAȚIE GAZE**

1. Element traductor pentru măsurarea continuă a concentrațiilor unor gaze și vapori combustibili în amestec cu aerul, tip T—Ex—C, cu aprobarea de model nr. 15/4690/1989 pentru Centrul de Chimie Fizică — ICECHIM — București.

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: 0...100% LIE (limita inferioară de explozie);

— limita inferioară de măsurare: 5% LIE;

— eroare de bază raportată tolerată: $\pm 5\%$;

— calibrarea pe metan sau amestec propan-butan (10 : 90) cu extinderea domeniului de utilizare pentru următorii compuși organici volatili și gaze combustibile: hidrogen, propilenă, propan, etenă, butadienă, butene, etan, etanol, metanol, acetonă, pentan, benzină de extracție, oxid de etilenă, oxid de propenă, toluen, hexan, butan, benzen, butanol, izopren, pentene, acetat de butil, etilbenzen, izopropil benzen, benzină de piroliză, stiren și xilen.

2. Analizor de $CO_2$ și CO, cu absorbție în infraroșu, tip ROMAG-IR-1, cu aprobarea provizorie de model nr. 14/4769/89, pînă la data de 31.03.1991 pentru Întreprinderea Electronică Industrială și Automatizări Cluj-Napoca;

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: 0...15% vol $CO_2$/$N_2$(procente volumetrice);

— valoare diviziune: 0,5% vol $CO_2/N_2$;

— eroare de bază raportată tolerată: $\pm 2\%$.

3. Cromatograf de proces tip CROMA—P, cu aprobare de model-prototip nr. 21/5025/89 pentru Institutul de Tehnologie Izotopică și Moleculară Cluj-Napoca;

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: 0,01...100%;

— eroare de bază raportată tolerată: $\pm 2\%$.

XIV În domeniul: **MOSTRELOR ETALON**

1. Echipament automatizat pentru analize chimice, tip ETAC-01, cu aprobarea de model--prototip nr. 4961/1989 pentru Întreprinderea de Aparate și Utilaje pentru Cercetare, filiala Cluj-Napoca.

Caracteristici principale:

— interval de măsurare: 0,4...5 000 ppm;

— eroare de justețe raportată tolerată: ±5%;

— interval spectral 420...800 nm împărţit în 5 intervale la care maximele de transmisie sînt la 420 nm, 520 nm, 580 nm, 620 nm, 720 nm;

— elementele chimice analizate: Si (STAS 1461/69); P (STAS 1460/87); Ni (STAS 2017/82); Cu (STAS 1463/84); Ti (STAS 6747/83).

2. Mostre etalon spectrale din oţeluri rapide setul $R_1 \ldots R_5$ (oţel tip $RP_5$) şi setul $R_6 \ldots R_{10}$ (oţel tip $RP_3$) cu certificate de atestare eliberate în anul 1989 pentru Institutul de Cercetări Metalurgice Bucureşti.

3. Soluţii etalon de lucru de Fe, Cu, respectiv Ca, cu certificat de atestare, pentru Întreprinderea Chimică Dudeşti.

Sînt destinate a fi utilizate în spectrofotometria de absorbţie atomică.

4. Mostre etalon de oţel slab aliat, 510—1, 510—3, 510—4, 510—5, 520—3, 520—4, 530—4, 530—5, 530—8, 540—1, 540—3, 540—6, 550—5, 560—1, 560—3, 560—5, cu certificat de atestare eliberat în anul 1989 pentru Institutul de Cercetări Ştiinţifice, Inginerie Tehnologică şi Proiectări pentru Sectoare Calde şi Metalurgice Bucureşti.

## XV. În domeniul: RADIAŢIILOR IONIZANTE

1. Poliradiometru, tip PR-78, cu aprobarea provizorie de model nr. 3226/1989 pînă la data 31.12.1990, pentru Fabrica de Aparatură Nucleară.

Caracteristici principale:
- interval de măsurare:
  - alfa: $1 \ldots 10^3$ imp/s
  - beta: $10 \ldots 10^4$ imp/s
  - raze $X$: $10^3 \ldots 5 \times 10^4$ imp/s
  - gama: $10^3 \ldots 3 \times 10^4$ imp/s
  - neutroni termici: $10 \ldots 10^3$ imp/s
  - neutroni rapizi: $10 \ldots 10^4$ imp/s
- eroare de bază, relativă, tolerată:
  - alfa: $\pm 25\%$
  - beta: $\pm 25\%$
  - raze $X$: $\pm 40\%$
  - gama: $\pm 40\%$
  - neutroni termici: $\pm 25\%$
  - neutroni rapizi: $\pm 25\%$

2. Monitor portabil cu cameră de ionizare tip MPC-200G, cu aprobarea provizorie de model nr. 3524/1989 pînă la data de 31.11.1990, pentru Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară Bucureşti.

Caracteristici principale:
- interval de măsurare:
  - pentru debitul dozei absorbite în aer: $10^{-4} \ldots 2$ Gy/h
  - pentru doza absorbită în aer: $10^{-6} \ldots 2$ Gy
- incertitudine globală de măsurare:
  - pentru debitul dozei absorbite în aer: $\pm 20\%$
  - pentru doza absorbită în aer: $\pm 20\%$

3. Aparat de citire a detectoarelor termoluminescente, model 284, cu aprobarea provizorie de model nr. 3996/1989, pentru IFIN Bucureşti.

Caracteristici principale:
- intervale de măsurare:
  - detector $CaSO_4$: 0,258...258 uC/kg
  - detector LiF: $2{,}58 \ldots 2{,}58 \times 10^5$ uC/kg
  - detector $CaF_2$: $2{,}58 \ldots 2{,}58 \times 10^5$ uC/kg
- eroare de bază, relativă, tolerată:
  - detector $CaSO_4$: $\pm(20 \ldots 50)\%$
  - detector LiF: $\pm(15 \ldots 30)\%$
  - detector $CaF_2$: $\pm 30\%$
- aparatul se foloseşte la citirea detectoarelor solide integratoare de radioluminiscenţă, din florură de litiu, florură de calciu şi sulfat de calciu.

4. Post de control al contaminării, CONTA-82, cu aprobarea provizorie de model nr. 4010/1989 pînă la data 15.03.1991, pentru Fabrica de Aparatură Nucleară Bucureşti.

Caracteristici principale:
- interval de măsurare: 3,7...300 kBq/m² pentru contaminare beta
- eroare de bază, relativă, tolerată: $\pm 30\%$
- eroarea pragului de alarmare datorită fondului de radiaţii gama:
  - 30% cînd fondul este mai mic de 3,6 pA/kg
  - 50% cînd fondul este în intervalul 3,6 ...36 pA/kg
  - 80% cînd fondul este în intervalul 36 ...143 pA/kg

5. Instalaţie alfa beta global în fond scăzut cu vehiculare automată a probelor, tip AB-S-28 automat, cu aprobarea provizorie de model nr. 4146/1989 pînă la data de 31.12.1990, pentru Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară Bucureşti.

Caracteristici principale:
- intervale de măsurare:
  - $2 \ldots 2\,000\ s^{-1}/2\Pi$ pentru canalul alfa
  - $2 \ldots 3\,000\ s^{-1}/2\Pi$ pentru canalul beta
- eroare de bază relativă, tolerată: $\pm 10\%$

6. Contaminometru beta, tip CMB-87, cu aprobarea provizorie de model nr 28/4771/1989 pînă la data de 30.06.1990 pentru Fabrica de Aparatură Nucleară Bucureşti.

Caracteristici principale:
- interval de măsurare: 0,3...300 Bq/cm²
- eroare de bază, relativă, tolerată: $\pm 25\%$
- activitate de suprafaţă minim detectabilă pe timpul de integrare 20 s, este cel mult 0,1 Bq/cm².

XVI În domeniul: **AUTOMATIZĂRI**

1. Programator analogic cu microprocesor tip MICROPROG 228 cu aprobarea de model nr. 3866/1989 pentru Întreprinderea de Elemente de Automatizare București.

Caracteristici tehnice principale:

*a*) — generează prin segmente, 1 sau 2 semnale analogice variabile în timp, în unul din intervalele:

0...5 V; 0...10 V; 1...5 V; 2...10 mA; 4...20 mA;

— eroarea de bază raportată tolerată: ±0,5%

— intervale de timp: 0...9999 s
0...99990 s
0...9999 min
0...99990 min

— eroarea raportată tolerată pentru intervalele de timp: ±0,1%

*b*) — comută 1...8 relee la anumite intervale de timp

— eroarea raportată tolerată pentru intervalele de timp: ±0,1%

2. Adaptor pentru termorezistenţă cu separare galvanică SRA 1501 cu aprobarea de model nr. 4081/1989 pentru Întreprinderea de Elemente de Automatizare București.

Caracteristici tehnice principale:

— semnal de intrare: termorezistenţă Pt 50 sau Pt 100 conf. STAS 8420—77 şi NTM 5—07—82

— interval de măsurare: — variaţia minimă: 10 ohm
— variaţia maximă: 420 ohm

— semnal de ieşire: 0...10 V c.c.

— eroarea raportată tolerată în condiţii de referinţă: ±0,5%

— rezistenţa de sarcină: min. 2,5 kohm

— alimentare: 24 V cc

3. Indicator numeric tip SRA 70x1 cu aprobarea de model nr. 4238/1989 pentru Întreprinderea de Elemente de Automatizare București.

Caracteristici tehnice principale:

— semnal de intrare: 0...10 V c.c.

— semnal maxim de afişare: ±5999

— eroarea raportată tolerată în condiţii de referinţă: ±0,25% ±1 digit

— rezistenţa de intrare: min 100 kohm

— alimentare: +24 V cc
+ 15 V cc

4. Modul analogic multiplicator divizor sau extractor de radical tip MCA 1.1. cu aprobare model prototip nr. 4851/1989 pentru Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Electrotehnică — Filiala Iaşi

Caracteristici tehnice principale:

— semnale de intrare şi ieşire: 0,1...10 V

— eroarea raportată tolerată în condiţii de referinţă: ±0,25%

— alimentare: +15V; —5 V

5. Modul analogic multiplicator în patru cadrane tip MCA 1.2. cu aprobarea de model prototip nr. 4852/1989 pentru Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Electrotehnică — Filiala Iaşi

Caracteristici tehnice principale:

— Semnale de intrare şi ieşire: —5...0... ...+ 5 V c.c. sau c.a.

— eroarea raportată tolerată în condiţii de referinţă: ± 0,25%

—alimentare: +15 V; —15 V

— frecvenţa semnalelor: 0...1 kHz

6. Modul analogic extractor de radical cu intrare — ieşire în semnal unificat tip MCA 1.3. cu aprobare model prototip nr. 4853/1989 pentru Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Electrotehnică — Filiala Iaşi

Caracteristici tehnice principale:

— semnale de intrare şi ieşire: 2...10 mA c.c.

— eroarea raportată tolerată în condiţii de referinţă: ± 0,25% pentru intervalul 20... ...100%

— alimentare: +12... +32 V

— rezistenţa de sarcină maximă: 2 kohm

7. Echipament de indicare numerică a greutăţii tip EIG-100 cu aprobare model prototip nr. 4876/1989 pentru Întreprinderea Automatica București.

Caracteristici tehnice principale:

— semnal de intrare: 5...25 mV c.c. (semnal primit de la sistemul doze tensometrice

— afişare: 6 cifre

— rezoluţie internă: 24 000 puncte

— eroare raportată tolerată (prin simulare, în condiţii de referinţă): ± 0,1%

— transmisie la distanţă, integrare numerică

— posibilităţi de lucru: cîntărire sau dozare.

— alimentare: 220 V, 50 Hz

8. Dulap de comandă pentru dozator automat cu bandă tip DC—DAB 101 cu aprobare provizorie de model nr. 4895/1989 pînă la data de 30.06.1991 pentru Întreprinderea Automatica București.

Caracteristici tehnice principale:

— semnale de intrare: de masă: 0...20 mV (4...20 mV)
— de viteză: 0...2 400 Hz

— valoarea limitei superioare a dozatorului: 100 kg/h...1 000 t/h

— eroarea raportată tolerată de dozare: ± ±0,2% (în condiţii de referinţă şi de simulare)

— transmisie la distanţă, integrare

— protecţie la atingerea limitei maxime sau minime de viteză

— alimentare: 3 × 380 V/50 Hz

9. Centalizator de nivele tip CN 2—25 S cu aprobare de model prototip nr. 4906/1989 pentru Întreprinderea de Prototipuri şi Elemente de Automatizare Ploieşti.

Caracteristici tehnice principale :

— indicarea la cerere a nivelului dintr-un rezervor selectat dintr-un total de maxim 25 rezervoare

— afişarea nivelului : 5 cifre
— interval de măsurare : 0...20 000 mm
— rezoluţie : 1 mm

— semnalizarea atingerii nivelului maxim şi minim

# Mijloacele de măsurare cărora li s-a acordat aprobare de model în perioada iulie-decembrie 1989

**I. In domeniile : LUNGIMI-ARII-VERGENTA**

1. Aparat pentru măsurarea grosimii benzii de oţel folosind radiaţii penetrante pentru liniile de tăiere transversală LTT—9, tip SOFT—0, LTT 9—8—7—6, aprobare provizorie de model pînă la 30.11.90 47(5026)1989 pentru Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară Bucureşti.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare a grosimii benzii 0,18 ·.. 1,1 mm ;
— interval de indicare a abaterii grosimii ± 384 μm ;
— rezoluţia : 1 μm ;
— erori tolerate de justeţe : ± 5 μm pe intervalul 0,18 ·.. 1 mm
± 7 μm peste 1 mm.

2. Instalaţie cu izotopi radioactivi pentru măsurarea în flux continuu a grosimii benzii de oţel pentru laminoarele QUARTO cu aprobare provizorie de model 45/5026/1989, pînă la 30.11.1990, pentru Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară — Bucureşti.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare a grosimii benzii :
— 0,12 ... 1 mm
— 1 ..... 2,5 mm
— intervale de indicare a abaterii grosimii :
— 0... ± 50 μm — valoarea diviziunii 2 μm
— 0... ± 100 μm — valoarea diviziunii 4 μm
— 0 ... ± 500 μm — valoarea diviziunii 20 μm
— rezoluţia : 0,01 mV — interval de măsurare 0 ... ± 10V pentru ieşiri în tensiune ;
— erori tolerate de justeţe :
± 5 μm pe intervalul 0,12 ... 1 mm
± 0,5 % din valoarea măsurată pe intervalul de măsurare 1 ... 2,5 mm.

3. Instalaţie cu izotopi radioactivi pentru măsurarea în flux continuu a grosimii benzii de oţel la laminorul TANDEM tip CGOT, cu aprobare provizorie de model 46/5026/1989 pînă la 30.11.1990, pentru Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară — Bucureşti.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare a abaterii grosimii benzii :
0,15 ... 1,6 mm
1,0 ... 3,5 mm
3,5 ... 4 mm
— intervale de indicare a abaterii grosimii benzii faţă de valoarea prereglată :
0... ± 10 % în scara în %, cu rezoluţia 0,5 %
0 ... ± 10V pentru ieşiri în V, cu rezoluţia 0,01 în V ;
— erori tolerate de justeţe : ± 0,5 % din valoarea măsurată pe intervalul 0,15 ... 1,6mm ;
± 2 % din valoarea măsurată pe intervalul 1,6 ... 3,5 mm ;
± 3 % din valoarea măsurată pe intervalul 3,5 ... 4 mm.

4. Cap de măsurare tip MODAR—2E—M cu aprobare provizorie de model 53/5012/1989, pînă la 30.09.1990 pentru Institutul de Cercetare Ştiinţifică şi Inginerie Tehnologică pentru Mecanică Fină şi Scule.

Caracteristici principale :
— cursă de lucru a traductorului : ± 0,5mm
— sensibilitatea traductorului : 75 mV/Vmm
— eroarea tolerată de justeţe în regim static : 1 % din intervalul de măsurare
— eroarea tolerată de justeţe în regim dinamic : 2,5 %.

5. Aparat pentru măsurarea centrajului lentilelor oftalmologice, aprobare de model 51/ /5029/1989, pentru Întreprinderea Optică Română Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 0,75 p.dpt.
— valoarea diviziunii : 0,01 p.dpt
— eroarea tolerată de justeţe : ± 10 % din valoarea măsurată.

6. Echipament de comandă numerică tip NUMEROM 640 MM, aprobare provizorie de model 64/4095/1989 pînă la 30.09.1990, pentru Fabrica de Elemente de Automatizare Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interpolare liniară şi circulară pe 3 axe ;
— rezoluţia : 0,001 mm pentru măsurări liniare
0,001° pentru măsurări unghiulare ;

— intervalele de afișare :
± 99999,999 mm pentru măsurări liniare
n. 360° pentru măsurări unghiulare ;
— cîmpul erorii tolerate de bază :
$\Delta = \pm$ 0,008 mm pentru traductor inductosin liniar cu erori de maxim 0,002 mm și traductoare incrementale liniare ;
$\Delta = \pm$ 0,010 mm pentru traductor resolver cu erori de maxim 0,005 mm și traductor inductosin liniar cu erori maxime 0,005 mm ;
$\Delta = \pm$ 0,010° pentru traductor inductosin rotativ cu erori de maxim 0,004° ;
$\Delta = \pm$ 32′24″ pentru traductorul incremental rotativ de 1000 imp/rot cu erori de maxim ± 0,004°.

7. Aparat de control activ de măsurare a grosimii benzii de Cu, Ag, laminate la rece, aprobare provizorie de model 71/5055/1989, pînă la data 31.12.1990 pentru ICSITMFS — București. — Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pt. Mecanică Fină și Scule

Caracteristici principale :
— intervalele de măsurare : ± 0,020 mm ; ± 0,050 mm ;
— valoarea diviziunii : 0,0005 mm ; 0,001mm ;
— intervale de laminare :
Cu : 0,06 ... 0,28 mm
Ag : 0,055 ... 0,10 mm ;
— erori tolerate de justețe :
± 0,001 mm pe intervalul ± 0,020 mm
± 0,0025 mm pe intervalul ± 0,050 mm.

8. Dioptrimetru special cu aprobare de model 75/5052/1989 pentru Intreprinderea Optică Română — București.

Caracteristici principale :
— domeniul de măsurare a puterii prismatice :
0 ... 6 p. dpt fără prismă de compensare
6 ... 11 p.dpt cu prismă de compensare ;
— valoarea diviziunii de putere prismatică :
1 p.dpt ;
— valoarea diviziunii unghiulare :
1° pe ecran
12,96′ pe NUMEROMUL cu traductor rotativ ;
— erori tolerate de justețe : ± 0,03 p. dpt pe intervalul 0 ... 6 p. dpt ;
± 0,05 p. dpt pe intervalul 6 ... 11 p.dpt.

9. Calibre conice filetate pentru verificarea filetelor prăjinilor de foraj cu sondeze a niplurilor pentru prăjini și racordurilor cep și mufă tip I, aprobare de model prototip 80/5040/1989, pentru Întreprinderea de Mașini Unelte — Suceava.

Caracteristici principale :
— diametrul exterior al filetelor : 45 ... ... 115 mm
— conicitatea calibrelor : 2° ± 10″
— semiunghiul profilului filetului : 14°
— erori tolerate de justețe :
— ale diametrului exterior :
+ 0,003 mm pentru calibre CCTF—ITS
— 0,005 mm pentru calibre CTF—ITS
— ale semiunghiului profilului : ± 10′
— ale pasului filetului : ± 0,012 mm

10. Calibre potcoavă plate cu dimensiuni variabile de la100 la 200 mm, aprobare de model prototip 81/5039/1989 pentru Întreprinderea de Mașini Unelte — Suceava.

Caracteristici principale :
— intervalul de măsurare : 100 ... 200 mm
— intervalul de reglare : 10 mm
— abateri tolerate de la paralelismul palpatoarelor : 0,004 mm

11. Traductor inductiv de deplasare tip TID—1,5 ; TID—3,5 ; TID—15, cu aprobare de model prototip 106/5068/1989, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări Electrotehnice — Filiala Iași.

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare :
0 ... 1,5 mm
0 ... 3,5 mm
0 ... 15 mm
— sensibilitatea traductoarelor :
6,66 V/mm pentru TID—1,5
2,86 V/mm pentru TID—3,5
0,66 V/mm pentru TID—15
— Eroarea tolerată de linearitate : ± 10% din limita intervalului de măsurare :
± 0,150 mm pentru TID—1,5
± 0,350 mm pentru TID—3,5
± 1,5 mm pentru TID—15

## II. În domeniile: UNGHIURI PLANE ȘI PARAMETRII SUPRAFEȚELOR

1. Nivele cu cadran, tip NC—2, cu aprobare de model-prototip nr. 48/5009/1989, pentru Întreprinderea Optică Română București.

Caracteristici principale :
— lungimea laturei cadranului : 150 mm ; 200 mm ; 250 mm
— valoarea diviziunii : 0,05 mm/m ; 0,1mm/ ; 0,3 mm/m

2. Echipament specializat pentru măsurarea axelor cu came, tip ESMAC—04, cu aprobare de model nr. 82/5051/1989, pentru Întreprinderea Mecanică Fină București.

Caracteristici principale :
— intervalul de măsurare : axa $x$ : 0 ... 360°
axa $y$ : 0 ... 1600 mm
axa $z$ : 0 ... 15 mm
— valoarea diviziunii : axa $x$ : 0,001°
axa $y$ : 0,001 mm
axa $z$ : 0,001 mm

— eroarea de justeţe tolerată :
axa $x$ : 60″
axa $y$ : ± 0,020 mm
axa $z$ : ± 0,006mm

3. Sticle plan paralele, tip SPP—1 şi SPP—2, cu aprobare provizorie de model nr. 103/2394/1989, pentru Întreprinderea Optică Română Bucureşti.
Caracteristici principale :
— diametru : 30 mm
— grosimea nominală : tip SPP—1 :
12,00 mm ; 12,12 mm ;
12,25 mm ; 12,37 mm
tip SPP—2 : 27,00 mm
27,12 mm ;
27,25 mm ; 27,37 mm
— abatere tolerată
la planitate : 0,00015 mm

4. Sticle plane, tip SP—1 ; SP—2 ; SP—3 şi SP—4, cu aprobare provizorie de model nr. 102/2393/1989, pentru Întreprinderea Optică Română Bucureşti.
Caracteristici principale :
— diametru : tip SP—1 ; SP—3 : 60 mm
tip SP—2 ; SP—4 : 45 mm
— grosimea nominală : tip SP—1 ; SP—3 : 20 mm
tip SP—2 ; SP—4 : 15 mm
— abaterea tolerată
la planitate : tip SP—1 ; SP—2 : 0,0001 mm
tip SP—3 ; SP—4 : 0,0002 mm

5. Nivele paralelipipedice, tip NP—2, cu aprobare de model nr. 66/4561/1989, pentru Întreprinderea Optică Română Bucureşti.
Caracteristici principale :
— lungime : 250 mm ; 200 mm ; 150 mm
— valoarea diviziunii : 0,3 mm/m ; 0,1 mm/m ; 0,05 mm/m

6. Busole 10° ; 20° şi 90°, cu aprobare provizorie de model nr. 4227/1989, pentru Întreprinderea Optică Română Bucureşti.
Caracteristici principale :
— interval de măsurare :
— pentru înclinare : 0 ... 10°
0 ... 20°
0 ... 90°
— pentru azimut : 0 ... 360°

7. Nivelă cu tub flexibil, tip LNF—1, cu aprobare de model nr. 4253/1989, pentru Institutul Naţional de Metrologie Bucureşti.
Caracteristici principale :
— intervalul de măsurare al diferenţei de nivel : 0 ... 150 mm
— valoarea diviziunii :
— riglă gradată : 1 mm
— micrometru : 0,01 mm
— eroare de justeţe tolerată :
— riglă gradată : 0,5 mm
— micrometru :
— 0 ... 25 mm : 0,05 mm
— 25 ... 150 mm : 0,08 mm

## III. În domeniul : VOLUME

1. Teleindicator de nivel cu traductor rezistiv, tip TNTR—3, cu aprobarea provizorie de model nr. 1716/1989, pînă la data de 30.06.1991, pentru Întreprinderea de Aparate de Măsură şi Control Otopeni.
Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 0 ... 2 m ; 0 ... ... 2,5 m ; 0 ... 3 m ; 0 ...3,5 m ; 0 ... 4 m ; 0 ... 4,5 m ; 0 ... 5 m ; 0 ... 5,5 m ; 0 ... ... 6 m ; 0 ... 6,5 m ; 0 ... 7 m ; 0 ... 7,5 m ; 0 ... 8 m ; 0 ... 8,5 m 0 ... 9 m, 0 ... 9,5 m ; 0 ... 10 m.
— valoarea diviziunii : 5 % din mărimea intervalului de măsurare ;
— eroarea de bază raportată, tolerată : ± ± 2,5 % ;
— semnal de ieşire : 2 ... 10 mA ;
— transmitere la distanţă.

2. Volumetru respirator, tip VR—1, cu aprobarea provizorie de model nr. 3957/89 pînă la data de 31.12.1990, pentru Întreprinderea Industria Tehnică Medicală.
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 99,9 $dm^3$ ;
— valoarea diviziunii : 0,1 $dm^3$ ;
— eroarea de bază relativă, tolerată : ± 5 % ± 0,1 $dm^3$ ;
— afişaj digital.

3. Traductor de nivel specializat în irigaţii, tip TNSI — 01, cu aprobarea de model-prototip, nr. 4847, pentru Institutul de Proiectări pentru Automatizări Filiala Bacău.
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 100 mm ;
— eroarea de bază raportată, tolerată : ± 1,5 % ;
— semnale ieşire : în tensiune : 0 ... 10V ;
în curent : 4 ... 20 mA ;
— are funcţii de semnalizare şi comandă.

4. Limnigraf, tip LG—2H, cu aprobarea provizorie de model nr. 4889/1989, pînă la data de 31.12.1990, pentru Institutul de Meteorologie şi Hidrologie — Filiala Sibiu.
Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 0 ... 5 m ; 0 ... ... 7 m ;
— eroarea de bază absolută, tolerată : ± 1 cm, pentru intervalul 0 ... 5 m şi ± 2 cm, pentru intervalul 0 ... 7 m ;
— are dispozitiv de înregistrare cu mecanism de ceas.

5. Centralizator de nivele, tip CN 1—12, cu aprobarea de model — prototip nr. 4906/1989, pentru Întreprinderea de Prototipuri şi Elemente de Automatizare Ploieşti.

Caracteristici principale :
— afișează centralizat indicațiile de la 12 aparate de măsurat nivele tip ANE.

6. Nivelmetru, tip ANE—H, cu aprobarea provizorie de model nr. 4946/89, pînă la data de 30.06.1990, pentru Întreprinderea de Prototipuri și Elemente pentru Automatizare Ploiești.
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 20 m ;
— eroarea de bază absolută, tolerată : ± 1 mm, în intervalul 0 ... 4 m ; ± 1,5 mm, în intervalul 4 ... 7 m ; ± 2 mm, în intervalul 7 ... 10 m ; ± 3 mm, în intervalul 10 ... 15m ; ± 4 mm, în intervalul 15 ... 20 m.
— valoarea diviziunii : 1 mm ;
— transmitere la distanță la un centralizator cu 12 posturi.

7. Instalație etalon pentru calibrarea cisternelor auto, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4956/1989, pentru Întreprinderea pentru Livrarea Produselor Petroliere „PECO" Slatina.
Caracteristici principale :
— cu măsuri de volum, etaloane secundare ;
— interval de măsurare : 0,5 ... 25 $m^3$ ;
— eroare de calibrare : ± 0,2 %.

8. Autoalimentator, tip TZA—75—5335, cu aprobarea de model nr. 4971/89 import URSS.
Caracteristici principale :
— capacitatea cisternei : 7500 $dm^3$ ;
— dotată cu o instalație cu contor volumetric pentru măsurarea volumelor de produse petroliere ;
— eroarea de bază relativă, tolerată : ± ± 0,5 % ;
— debit maxim : 150 $m^3/h$ ;
— debit minim : 15 $m^3/h$.

9. Instalație etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4981/1989, pentru Institutul Național de Metrologie — Filiala Constanța.
Caracteristici principale :
— valoarea diviziunii : 0,1 $dm^3$ ;
— eroarea de bază relativă, tolerată : ± 0,2 % ;
— debit maxim : 250 $dm^3/h$ ;
— debit minim : 25 $dm^3/h$ ;
— are dispozitiv integrator.

10. Instalație etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4982/1989, pentru Institutul Național de Metrologie — Filiala Constanța.
Caracteristici principale :
— instalația are aceleași caracteristici ca cea de la pct. 9.

11. Instalație etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4983/1989, pentru Fabrica de Bere Grivița.
Caracteristici principale :
— instalația are aceleași caracteristici ca cea de la pct. 9.

12. Instalație etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 4984/1989, pentru Fabrica de Bere Constanța.
Caracteristici principale :
— instalația are aceleași caracteristici ca cea de la pct. 9.

13. Echipament pentru livrarea produselor petroliere în stațiile PECO, tip ALPO, cu aprobarea de model — prototip nr. 4985/1989, pentru Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Epurarea Apelor Reziduale.
Caracteristici principale :
— intervalul de măsurare : 0 ... 1000 $dm^3$ ;
— valoarea diviziunii : 0,01 $dm^3$ ;
— eroarea de bază relativă, tolerată ± 0,5 % ;
— debit maxim : 60 $dm^3/min$ ;
— transmitere la distanță și comandă electronică pentru echipament de distribuție.

14. Instalație etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 19/5010/1989, pentru Întreprinderea Agricolă de Stat Medgidia.
Caracteristici principale :
— instalația are aceleași caracteristici ca cea de la punctul 9.

15. Instalație etalon cu contor pentru lichide, cu aprobarea de model pentru unicat nr. 20/5011/1989, pentru Întreprinderea de Vinificație și Produse Spirtoase Cluj.
Caracteristici principale :
— instalația are aceleași caracteristici ca cea de la pct. 9.

*IV.* În domeniul : **MASE**

1. Balanță etalon secundar ordinul III de 20 kg, tip MB—A—03/20, cu aprobare provizorie de model nr. 215/5024/1989 pînă la 30.03.1990 pentru întreprinderea „Balanța" Sibiu.
Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max} = 20$ kg
— limita minimă : $L_{min} = 5$ kg
— valoarea diviziunii : $d = 10$ mg
— clasă de precizie specială I

2. Serie mase etalon de lucru 500 g ... 1 g, tip SML 3, cu aprobare de model nr. 209/1989, pentru Institutul Național de Metrologie București
Caracteristici principale :
— Material — oțel paramagnetic
— 500 g ... 10 g cu cavitate de ajustare
— 10 g ... 1 g masive

3. Basculă semiautomată stabilă de 500 kg, cu pîlnie pentru dozat ciment, tip MB—S—158, cu aprobare de model prototip nr. 262/4714/1989, pentru Fabrica de Aparate de Măsură și Control Drobeta Tr. Severin
Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max} = 500$ kg
— limita minimă : $L_{min} = 20$ kg
— valoarea diviziunii : $d = 2$ kg

— doza maximă 480 kg
— doza minimă 150 kg

4. Vagon etalon de 77 t, tip 84—53—9983000 — 7, cu aprobare de model unicat nr. 5028/1989 pentru Întreprinderea de Material Rulant Roşiori

Caracteristici principale :
— valoarea nominală a masei = 77 t
— abaterea tolerată ± 50 kg

5. Basculă semiautomată stabilă de 300 kg, cu pîlnie pentru dozat apă, tip MB—S—159, cu aprobare de model prototip nr. 263/1989 pentru Fabrica de Aparate de Măsură şi Control Drobeta Tr. Severin

Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max}$ = 300 kg
— limita minimă : $L_{min}$ = 10 kg
— valoarea diviziunii : $d$ = 1 kg
— limita maximă de dozare 250 kg
— limita minimă de dozare 150 kg

6. Basculă semiautomată stabilă de 200 kg pentru dozat cenuşă, tip MB—S—160, cu aprobare de model prototip nr. 264/4716/1989, pentru Fabrica de Aparate de Măsură şi Control Drobeta Tr. Severin

Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max}$ = 200 kg
— limita minimă : $L_{min}$ = 10 kg
— valoarea diviziunii : $d$ = 1 kg
— limita maximă de dozare 100 kg
— limita minimă de dozare 50 kg

7. Basculă semiautomată stabilă de 2500 kg pentru dozat agregate, tip MB—S—161, cu aprobare de model prototip nr. 265/4717/1989, pentru Fabrica de Aparate de Măsură şi Control Drobeta Tr. Severin

Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max}$ = 2500 kg
— limita minimă : $L_{min}$ = 100 kg
— valoarea diviziunii : $d$ = 10 kg
— limita maximă de dozare 2200 kg
— limita minimă de dozare 1000 kg

8. Basculă semiautomată stabilă de 50 kg pentru dozat aditivi, tip MB—S—162, cu aprobare de model prototip nr. 266/1989, pentru Fabrica de Aparate de Măsură şi Control Drobeta Tr. Severin

Caracteristici principale :
— limita maximă : $L_{max}$ = 50 kg
— limita minimă : $L_{min}$ = 2 kg
— valoarea diviziunii : $d$ = 0,2 kg
— limita maximă de dozare 10 kg
— limita minimă de dozare 3 kg

9. Instalaţie de dozare cu funcţionare automată asistată de calculator tip IDC — 50, cu aprobare de model prototip nr. 267/1989, pentru Fabrica de Aparate de Măsură şi Control Drobeta Tr. Severin

Caracteristici principale :

| Dozator — | aditivi | cenuşă | apă | ciment | agregate |
|---|---|---|---|---|---|
| Doza minimă (kg) | 3 | 50 | 150 | 150 | 1000 |
| Doza maximă (kg) | 10 | 100 | 250 | 480 | 2200 |
| Valoarea diviziunii (kg) | 0,2 | 1 | 1 | 2 | 10 |
| Cadenţa maximă (dozări/oră) | 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |

V. În domeniile : **FORŢE—DURITĂŢI**

1. Aparat pentru determinarea rezistenţei la tracţiune la cald pentru nisipurile peliculizate tip TNP—01, aprobare de model nr. 5030/1989 pentru Întreprinderea de Aparate şi Utilaje de Cercetare-filiala Galaţi

Caracteristici principale :
— sarcina maximă 500 N :
— eroare tolerată de justeţe şi fidelitate : ± 3 %
— prag de sensibilitate : 0,3 % din sarcina efectivă

2. Aparat de verificat şurubelniţe dinamometrice tip C—15—3106—00 ; aprobare de model 5045/1989 pentru Întreprinderea de Unelte şi Scule Braşov

Caracteristici principale :
— moment maxim : 4 Nm
— valoarea diviziunii : 0,001 Nm
— clasă de exactitate : 1

3. Aparat Rockwell cu afiare digitală ; aprobare de model nr. 5046/1989 pentru Institutul de Cercetări şi Proiectări Mecanică Fină şi Scule — filiala Galaţi

Caracteristici principale :
— sarcina iniţială : 98,07 N ;
— sarcina totală : 588,4 N ; 980,7 N ; 1471 N
— rezoluţie : 0,2 HR
— eroare tolerată : ± 2,0 N

4. Ciocan pendul pentru încercarea materialelor metalice la încovoiere prin şoc ; aprobare de model nr. 3940/1989 pentru Întreprinderea de Maşini şi Piese de Schimb Oradea

Caracteristici principale :
— energie iniţială : 300 J
— viteza de lovire : 4,7 m/s ... 5,6 m/s
— 9 poziţii intermediare de lansare cu energii între 60 şi 300 J

5. Dinamometru tehnic cu pîrghie DP 810, aprobare de model nr. 5081/1989 pentru Institutul de Cercetări şi Proiectare Mecanică Fină şi Scule — filiala Sibiu

Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 0,5 ... 5 N ; 1,0 ... ... 10 N ; 2,0 ... 20 N
— valoare diviziune : 0,1 N ; 0,2 N ; 0,4 N
— clasă de exactitate : 3

6. Traductor de moment tip industrial tip TMI 50 ; TMI 200 ; TMI 500 ; TMI 1000 ;

aprobare de model 4911/1989 pentru Institutul de Cercetări și Proiectări pentru Mecanică Fină și Scule — filiala Sibiu

Caracteristici principale :

— momentul nominal : 50 ; 200 ; 500 și 1000 Nm

— clasa de exactitate : 0,5

— constanta de calibrare : 1,5 mV/V

7. Mașină universală pentru încercări statice tip MU — 200 ; aprobare de model nr. 5113/1989 pentru Întreprinderea de Aparate și Utilaje de Cercetare — filiala Galați

Caracteristici principale :

— forța maximă : 200 kN tracțiune și compresiune

— clasa de exactitate : 1

— sarcina maximă : 10 ; 20 ; 50 ; 100 ; 200 kN

VI. În domeniul : **PRESIUNI**

1. Vacuummetrul cu compresie pentru măsurarea presiunii absolute joase, tip VK 10—4, cu aprobarea de model nr. 130/5107/1989, pentru Institutul Național de Metrologie București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 1,4 ... $1.10^{-4}$ mbar

— incertitudinea de măsurare :

— ± 10% pe intervalul 1,4 ... $1.10^{-2}$ mbar

— ± 20% pe intervalul $1.10^{-2}$ ... $1.10^{-4}$ mbar

— lichidul vacuummetric : mercur.

2. Vacuummetrul de presiune absolută, tip Quadruvac CF—100 V, cu aprobarea de model nr. 86/5027/1989, pentru Institutul de Tehnologie Izotopică și Moleculară Cluj-Napoca.

Caracteristici principale :

— intervalul de măsurare : $1.10^{-2}$ ... $5.10^{-6}$ Pa

— eroarea de bază maxim admisă :

— 50% pe intervalul $1.10^{-2}$ ... $1.10^{-3}$ Pa

— 30% pe intervalul $1.10^{-3}$ ... $5.10^{-6}$ Pa

3. Traductor rezistiv de presiune, tip TP—50 MPa, cu aprobarea de model nr. 79/5014/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Industria Construcțiilor de Mașini.

Caracteristici principale :

— intervalul de măsurare : 0 ... 500 bar

— clasa de precizie : 1

— elementul elastic : tub metalic.

4. Instalație cu manometru cu piston și greutăți, tip MPG—40, cu aprobarea de model nr. 52/5031/1989, pentru Institutul Național de Metrologie București.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 1 ... 40 MPa

— clasa de precizie : 0,05.

5. Manometre indicatoare Ø100 și Ø160 mm, cu aprobarea de model nr. 65/5035/1989, pentru Întreprinderea de Mecanică Fină Buc.

Caracteristici principale :

— intervale de măsurare : de la 0 ... 1 la 0 ... 100 bar

— clasa de precizie : 1

— elementul elastic : tub Bourdon

— cu mecanism din material plastic

VII — În domeniul : **DEBITE**

1. Contor cu roți ovale dințate tip CRO, DN32—INOX, cu aprobarea nr. 49/5003 din 1989 pînă la 31.05.1991, pentru Întreprinderea Mecanică Fină — București.

Caracteristici principale :

— debitul minim : 10 l/min ;

— debitul maxim : 100 l/min ·

— valoarea diviziunii d = 0,1 l ·

— eroarea de bază tolerată : ± 1% din volumul măsurat ;

— pierdere de presiune tolerată : 0,3 bar ;

— fluid de lucru : apa ;

— material cameră de măsurare și roți dințate ovale : INOX.

2. Echipament antigrizutos pentru măsurarea vitezei aerului tip GVA—01, cu aprobarea de model prototip nr. 78/4959 din 1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Electrotehnică — Filiala Iași.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare : 0 ... 10 m/s și 0 ... 15 m/s ;

— eroare de bază tolerată : ± 2,5 % din intervalul de măsurare ;

— mărimea de ieșire : curent electric cu intensitatea între 2 ... 10 mA proporțional cu viteza curenților de aer.

3. Instalație etalon cu clopot pentru verificarea contoarelor de gaze, cu aprobarea nr. 95/5085 din 1989 pînă la 31.10.1990, pentru Întreprinderea Județeană de Producție și Prestări Servicii Mureș-Tg. Mureș.

Caracteristici principale :

— capacitatea clopotului : 1000 $dm^3$ ;

— presiunea relativă a gazului de sub clopot : 160 $mmH_2O$ ;

— debitul maxim : 100 $m^3/h$ ;

— eroare de bază tolerată : ± 0,1% din volumul măsurat ;

— dispozitive pentru reglarea debitului : duze disc pentru contoare de 3 ; 6 și 20 $m^3/h$ și duze aplicabile pentru contoarele de 50 și 100 $m^3/h$ ;

— sistem de compensare a forței ascensionale cu tub sifon.

4. Contor de gaz, cu aprobare de model nr. 98/3312 din 1989 pînă la 30.06.1990, pentru Întreprinderea Mecanică pentru Gaz Metan Mediaș

Caracteristici principale :

— debitul nominal : 3 $m^3/h$ ;

— presiune maximă de lucru : 500 mm $H_2O$

— eroare de bază tolerată : ± 3% din vo-

lumul măsurat pentru $Q_{min} \leq Q \leq 2Q_{min}$ și 2% din volumul măsurat pentru
$2Q_{min} < Q \leq Q_{nom}$;
— carcasa din fibră de sticlă

5. Detector de debit cu ultrasunete pentru lichide tip. DDU—96, cu aprobarea de model nr. 87/4456 din 1989 pînă la 31.12.1991, pentru Întreprinderea de Traductoare și Regulatoare Directe Pașcani.

Caracteristici principale :
— diametre nominale : DN 300 ... DN 800
— interval de măsurare :
(76,3 ... 763) m³/h pentru DN 300;
(212 ... 2120) m³/h pentru DN 500;
(543 ... 5430) m³/h pentru DN 800;
— eroare de bază tolerată : ± 1% din intervalul de măsurare;
— mărimea de ieșire : frecvență în intervalul 100 ... 1000 Hz, proporțională cu debitul măsurat;
— fluid de lucru : apa

## VIII. În domeniul : TIMP-FRECVENȚĂ, CINEMATICE

1. Trusă complexă pentru verificat sincronizatoare, tip SINCROTEST, cu aprobarea de model prototip nr. 72/1989, pentru Institutul de Cercetări și Modernizări Energetice București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 9999 ms
— eroarea de bază tolerată : ± 0,5 % ± 1 digit
— interval de măsurare pentru modulul tensiunii : 20 ... 120 V
— eroare de bază tolerată : ± 1,5 % ± 1 digit
— diferența dintre modulele de tensiune : + 20 % ... — 80 %
— eroarea de bază tolerată : ± 1,5 % ± 1 digit
— defazajul : 0 ... 90 °
— eroare de bază tolerată : ± 1 % ± ± 1 digit
— diferența de frecvență : 0 ... ± 10 %
— eroarea de bază tolerată : ± 0,5 ± 1 digit

2. Ceasornic electronic digital de masă, tip B 00701, cu aprobarea de model prototip nr. 88/1989, pentru Întreprinderea de Aparate Electronice de Măsură și Industriale București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 24 ore
— mers zilnic : ± 10 s/zi

3. Cronocontor etalon, tip CE—01, cu aprobarea de model unicat nr. 108/1989, pentru Institutul de Meteorologie și Hidrologie București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 999,99 s
— valoare diviziune : 0,01 s
— eroarea de bază tolerată : $10^{-5}$ x t ± ± 1 digit
— interval de măsurare pentru impulsuri : 0 ... 9999 implsuri
— eroarea de bază tolerată : ± 1 impuls

4. Frecvențmetru de tablou, tip 2MPF—80, cu aprobarea provizorie de model nr. 230/1989, pentru Întreprinderea de Aparate Electrice de Măsurat Timișoara, pînă la data de 30.04.1991.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 45 ... 55 Hz
— valoare diviziune : 1 Hz
— clasă de precizie : 0,5

5. Generator sintetizor programabil, tip E 5001, cu aprobarea de model prototip nr. 257/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Electronică București.

Caracteristici principale :
— interval de frecvență : 1 Hz ... ... 1048,9 kHz
— eroarea de bază tolerată : ± 0,002% ± ± 0,01 Hz
— interval de tensiune : 1mV ... 10,27 V
— eroarea de bază tolerată : ± 2% ± ± 30 μV
— aparatul este prevăzut cu microprocesorul Z80 pentru programarea semnalelor și interfață CEI—625.

6. Betonoscop, tip N 2704, cu aprobarea de model definitivă nr. 4241/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Electronică București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 9990 μs
— eroarea de bază tolerată : ± 0,1 μs ± ± 1 digit

7. Tahometru electronic pentru combina C 140, tip TC 140 cu aprobare de model prototip nr. 73/5002/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Mașini și Utilaje Agricole — București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 200 ... 2000 rot/min
— eroare de bază tolerată : ± 2 rot/min
— afișare digitală cu 4 cifre a rezultatului măsurării
— funcționează cu 2 traductoare inductive tip C6—34.2 (produse de IEIA-Cluj)

## IX. În domeniul mărimilor : ELECTROMAGNETICE

1. Ohmmetru digital tip IP 2 cu aprobare provizorie de model nr. 4836/1989 pînă la data de 30.06.1991, pentru Institutul Politehnic București.

Caracteristici principale :
— intervalele de măsurare : 0 — 1000 mΩ — — 10 — 100 — 1000 Ω — 10 — 100 kΩ

— eroarea tolerată : ± (0,2 % c.t. + 0,1 % c.s,)
— numărul maxim afișat : 999
— tensiunea de alimentare : 220 V, 50 Hz.

2. Indicator numeric tip 1N—1A, 1N—1B cu aprobare de model prototip nr. 5088/1989, pentru Institutul de Cercetare Științifică și Inginerie Tehnologică pentru Electrotehnică.
Caracteristici principale :
— intervalul de indicare : −999 . . . +999 mV
— eroarea tolerată : ±(0,5 % c.t. + 0,5 % c.s.)
— tensiunea de alimentare : 220 V, 50 Hz.
(S-au notat cu c.t. valoarea citită și cu c.s. valoarea limitei superioare a intervalului de măsurare).

3. Contor de energie electrică cu generator de impulsuri, cu aprobare provizorie de model nr. 4551/1989, pentru CIRE—Deva, cu aplicare la 1000 contoare (Siemens-Schlumberger și Landis) pînă la 31.03.1990.
Caracteristici principale :
— clasa de precizie a contorului de bază : 1
— generator de impulsuri :
— amplitudinea impulsului : 12 V ± 15 % ;
— durata impulsului : 50 ms ± 10 % ;
— constanta de conversie : 4 imp/rot.

4. Contor electronic monofazat de energie electrică, tip ECON — 1,2 cu aprobare provizorie de model nr. 84/4587/1989, pentru 200 buc. pînă la 15.09.1991, pentru Institutul Național de Metrologie-București.
Caracteristici principale :
— tensiune : 198 . . . 242 V ;
— curent : 0,5 . . . 50 A ;
— frecvență : 45 . . . 55 Hz ;
— intervalul de programare a valorii $K/n$ :
0 . . . 999 l/kWh pentru $I \leqslant 5$ A ;
0 . . . 99,9 l/kWh pentru $I > 5$ A ;
($K$ : constanta contorului de verificat, $n$ : numărul de rotații ale discului contorului de verificat) ;
— eroarea de bază : ± 0,2 % la cos $\theta = 1$, ± 0,3 % la cos $\theta = 0{,}5$
— erori aleatoare : ± 0,1 % ;
— masa aparatului : max. 6 kg ;
— dimensiuni de gabarit : 310 × 255 × × 130 mm.

5. Sonda pasivă pentru osciloscoape tip B 008, aprobare provizorie de model nr. : 144/5106/1989, pentru 1000 buc. pînă la data de 31.12.1990, pentru Întreprinderea de Aparate Electronice de Măsură și Industriale-București.
Caracteristici principale :
— atenuare : x1 și x10 ;
— impedanța de intrare : 1 MΩ/15,5 pF (pe poziția x10) ;
— interval de compensare : 15 . . . 35 pF pe poz. x10.

6. Bloc electronic cu afișare pe scară verticală pentru traductoare de deplasare tip VEC — 150, cu aprobare de model prototip nr. 5073/1989, pentru I.C.S.I.T.M.F.S.
Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 12,5 ; 25 ; 50 ; 125; 250 și 500 μm ;
— număr de intrări : două, A și B ;
— eroare de bază : ± 1 diviziune a scării gradate.

7. Bloc electronic de precizie pentru controlul dimensional, tip MES—02, cu aprobare de model prototip nr. 5087/1989, pentru I.C.S.I.T.M,F.S.
Caracteristici principale :
— intervale de măsurare : 20 ; 200 ; 2000 μm ;
— număr de intrări : două $A$ și $B$ ;
— eroare de bază : ± 0,2 % (fără traductor).

## X. În domeniul : MĂRIMILOR TERMICE

1. Termometru bimetalic cu cadran cu unghi variabil, execuție T1, cu aprobarea provizorie de model nr. 5082/1989, pînă la data de 1.03. 1990, pentru Întreprinderea de Prototipuri și Elemente de Automatizare Ploiești.
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 . . . 400°C ;
— eroare de bază absolută tolerată : ± 8°C ;
— clasă de exactitate : 2 ;
— Ø 150 mm (cadran) ;
— Ø tijă 8 mm ;

2. Termometru manometric Ø 60 indicator pentru LDH (apă și ulei), cu aprobarea provizorie de model nr. 4990/1989, pînă la data de 1.06.1991, pentru Întreprinderea de Aparate de Măsură și Control Vaslui.
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 20 . . . 120°C ;
— clasă de exactitate : 2,5 ;
— lungime capilar : 2 m și 5 m

3. Baie pentru punctul de fierbere al apei, cu aprobare de model nr. 4623/1989 pentru Institutul Național de Metrologie București.
Caracteristici principale :
— uniformitatea temperaturii : 0,01°C
— tensiunea de alimentare : 220 V.

## XI. În domeniul : MĂRIMI OPTICE

1. Luxmetru electronic tip LUX 22 M, cu aprobare provizorie de model nr. 5110/1989 pînă la data de 30.12.1991 pentru Întreprinderea de Aparate și Utilaje de Cercetare București.
Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 . . . 199.900 lx ;
— rezoluție 0,01 digiți ;
— eroare de bază relativă : ± 5 %.

2. Densitometru optic prin transmisie pentru filme alb-negru cu aprobare prototip pentru Întreprinderea de Aparate și Utilaje de Cercetare București.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 4 ;
— eroarea de bază relativă : ± 5 % ;
— rezoluţie : 0,01 digiţi.

XII. În domeniul : **MĂRIMI FIZICO-CHIMICE**

1. Aparat pentru determinarea durităţii cauciucului, Durometru GID, cu aprobare de model provizorie nr. 4553/1989, pentru Întreprinderea de Aparatură şi Utilaje pentru Cercetare — Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : (35 ... 85) IRHD ;
— eroarea de fidelitate : ± 1 IRHD.

XIII. În domeniul : **CONCENTRAŢIE GAZE**

1. Instalaţie de preparat etaloane de concentraţie gaze toxice în aer prin difuzie tip I.P.G.E.—0.0, cu aprobare de model nr. 69/5020/1989, pentru Institutul de Chimie Cluj-Napoca.

Caracteristici principale :
— intervalul de interes pentru gazul toxic : 0 ... concentraţie maximă admisă
— eroarea de dozare toleratã : ± 40 % din concentraţia de alarmă.

2. Instalaţie de preparat etaloane de concentraţie de gaze toxice în aer prin diluţie tip I.P.G.E.—1.0, cu aprobare de model nr. 68/5019/1989 pentru Institutul de Chimie Cluj-Napoca.

Caracteristici principale :
— raport maxim de diluţie 1 : 200 ;
— intervalul de interes pentru gazul toxic : 0 ... 50 ppm ;
— eroarea de bază la dozare : ± 40 % din intervalul de interes.

3. Avertizor de gaze toxice din aer tip I.A.G.T.(A) ; I.A.G.T.(B) şi I.A.G.T.(C), cu aprobare de model nr. 70/5018/1989 pentru Institutul de Chimie Cluj-Napoca.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... concentraţia de alarmă pentru $H_2S$ ; $COCl_2$ ; $Cl_2$ şi HCN ;
— eroarea de bază : ± 20 % din intervalul de măsurare ;
— eroarea de justeţe : ± 20 % din intervalul de măsurare ;
— derivă : ± 1 % din intervalul de măsurare.

4. Cromatograf multidetector tip CM4xyz, detector cu ionizare în flacără FID CM4x, cu aprobare de model nr. 5049/1989 pentru Întreprinderea de Utilaj şi Aparatură pentru Cercetare Bucureşti.

Caracteristici principale :
— sensibilitate minimă : 0,01 C/g $CH_4$ ;
— eroarea de bază : ± 5 % din intervalul de măsurare ;
— CMD $10^{-10}$ g/s $CH_4$.

5. Cromatograf multidetector tip CM4xyz, detector de conductibilitate termică TCD CM4x, cu aprobare de model nr. 5050/1989 pentru Întreprinderea de Utilaj şi Aparatură pentru Cercetare Bucureşti.

Caracteristici principale :
— sensibilitate minimă : 5000 mV/mg/cm³ $CH_4$ ;
— eroarea de bază : ± 5 % din intervalul de măsurare ;
— CMD $4 \times 10^{-8}$ g/cm³.

6. Echipament cromatografic pentru sistem analiză gaze, cu aprobare de model nr. 97/4213/1989 pentru Institutul de Tehnologie Izotopică şi Moleculară Cluj-Napoca.

Caracteristici principale :
— măsoară concentraţii de $H_2/D_2$ ; $O_2$ şi $N_2$ în He ;
— intervale de concentraţie : — 0 ... 10 % vol (pe 8 circuite) — 0 ... 2 % vol (pe circuit) ;
— eroarea de bază toleratã : ± 2 % din concentraţia maximă.

7. Analizor de gaze reziduale tip CUADRUVAC CF—100 A, cu aprobare de model nr. 110/5027/1989 pentru Institutul de Tehnologie Izotopică şi Moleculară Cluj-Napoca.

Caracteristici principale :
— spectrometru de masă cuadrupolar ;
— interval de măsurare : 1 ... 100 uam ;
— eroarea de bază admisă : ± 20 % (peste 10 % vol gaz) ± 30 % (sub 10 % vol gaz).

8. Amestecuri standard de gaze (etaloane de lucru de concentraţie de gaze) cu aprobare de model definitivă nr. 111/5093/1989 pentru Institutul de Tehnologie Izotopică şi Moleculară Cluj-Napoca.

Caracteristici principale :
— amestecuri binare şi multicomponente ;
— eroarea toleratã de dozare : ±(5 ... ... 20) % ;
— eroarea de certificare (analiză) : ±(2 ... 5) %

9. Analizor automat de $CO_2$ în gazele de ardere, tip ANAGAZ—01, aprobare de model nr. 129/5090/1989 pentru ICEMENERG — Bucureşti.

Caracteristici principale :
— interval de măsurare : 0 ... 30 % vol $CO_2$ ;
— eroarea de bază : ±1,5 % din valoarea maximă a intervalului de măsurare (± 0,45 % vol $CO_2$).

XIV. În domeniul : **MOSTRE ETALON**

1. Spectrometru secvenţial cu excitaţie cu plasmă cu aprobare de model provizorie nr.

113/4844/1989 pînă la data de 31.03.1991 pentru 12 bucăți, realizat de Întreprinderea de Aparate și Utilaje pentru Cercetare, filiala Cluj Napoca.

Caracteristici principale :

— interval spectral : 190 ... 800 nm ;

— rezoluție : 0,029 nm ;

— eroare de justețe la selectarea lungimii de undă : ± 0,03 nm

— eroare de repetabilitate la selectarea lungimii de undă : ± 0,015 nm ;

— influența luminii parazite asupra semnalului de fond : < 2

— stabilitatea aparatului pe linia Ar de 404, 442 nm : < 12 %

2. Mostre etalon spectrale și chimice din oțel slab aliat setul $C_1 \ldots C_5$ și oțel înalt aliat setul $C_6 \ldots C_{16}$, cu conținut variabil de cobalt rezidual cu certificat de atestare nr. 301/1989, realizate de Institutul de Cercetări Metalurgice București.

Intervalul de valori ale concentrației elementelor chimice, % :

| *Oțel slab aliat* | *Oțel înalt aliat* |
|---|---|
| C 0,020 ... 0,050 | 0,015 ... 0,025 |
| Mn 0,2 ... 0,4 | 0,5 ... 0,8 |
| Si 0,08 ... 0,25 | 0,20 ... 0,30 |
| P 0,005 ... 0,015 | 0,005 ... 0,015 |
| S 0,010 ... 0,020 | 0,005 ... 0,015 |
| Cr < 0,15 | 18 ... 20 |
| Ni < 0,15 | 9 ... 11 |
| Cu < 0,10 | < 0,10 |
| Co 0,004 ... 0,042 | 0,066 ... 0,161 |

XV. În domeniul : **AUTOMATIZĂRI**

1. Aparat indicator cu semnalizare acustică și optică AS—01 cu aprobarea de model nr. 4977/1989 pentru Institutul de Meteorologie și Hidrologie București

Caracteristici tehnice principale :

— interval de măsurare : 0 ... 100 km/h, clasa 2,5

— prag de prealarmă 50 km/h, prag de alarmă : 70 km/h

— precizia pragurilor : 2,5 % din valoarea pragului.

2. Adaptor pentru detector de debit cu ultrasunete pentru fluide ADU—97 cu aprobare de model nr. 5082/89 pentru ITRD Pașcani

Caracteristici tehnice principale :

— semnal de intrare : $d_{tmax} = 0{,}8 \ldots 2{,}2$ us pt $D_{ext} = 300 \ldots 800$ mm

— semnal de ieșire : 4 ... 20 mA

— impulsuri TTL $f = 0 \ldots 1$ kHz

— indicare locală numerică a debitului

— totalizator al debitului volumetric

— precizia de măsurare : ± 1 %

— temperatura mediului ambiant pentru varianta cu termostat :

— 25 ... + 55°C

— alimentare : 220 V, 50 Hz, 55 VA.

# POŞTA REDACŢIEI

Domnilor redactori,

În calitate de vechi colaborator al Dvs. (am început să public în revista "Metrologia aplicată" din anul 1967 şi continui această activitate şi astăzi), doresc să dau curs anunţului din revista "Calitate, fiabilitate, metrologie" nr. 7—8/1989 în care solicitaţi opinii privind orientarea, organizarea şi îmbunătăţirea activităţii în aceste domenii.

Iată care este problema :

Înnoirile reale extrem de importante ce au început să apară după REVOLUTIA din decembrie sînt uneori umbrite de gîndirea unor cadre de conducere tehnică din domeniul sticlăriei. Bănuiesc că unele concepţii apărute şi care sînt nesănătoase provin dintr-o greşită înţelegere a noţiunii de privatizare, formă economică absolut necesară, ce se pregăteşte a fi aplicată şi în industria sticlei.

De curînd, am efectuat deplasări la fabrici de sticlărie din sector şi am încercat să propun colaborări, avînd ca scop ridicarea calităţii produselor, prin analize de proprietăţi efectuate de ICPTSCF (conduc colectivul de proprietăţi fizice în acest institut) şi prin colaborări pentru dotarea laboratoarelor de fabrică cu aparate de măsură, absolut necesare reglării corecte a procesului tehnologic.

Spre surprinderea mea, am primit răspunsuri negative, de tipul : „nu avem nevoie de Dvs, ne descurcăm şi singuri, sute de ani s-a fabricat şi s-a vîndut sticlă, fără măsurări de proprietăţi, avem desfacerea produselor asigurată în străinătate".

În această situaţie, pun prin Dvs. o întrebare către Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate : Ce facem, lăsăm calitatea produselor de sticlă la voia întîmplării ? Lăsăm fabricile ce se vor privatiza, sub o formă sau alta, să hotărască singure calitatea produselor lor ? Sau, dimpotrivă, instituim nişte condiţii de calitate minimale, suficient de severe, prin Control de Stat, aşa cum se procedează în momentul de faţă în ţările avansate din lume ?

Reprezint un laborator în care s-a investit multă muncă şi pasiune, în condiţii deosebit de grele, pentru cercetarea de metodă de analiză. Lucrările noastre sînt cunoscute de către specialiştii Institutului Naţional de Metrologie. Deci, ce facem, ne căutăm altă meserie mai lucrativă, eventual, sau rămînem pe poziţii, cu condiţia de a fi ajutaţi ?

În cadrul sectorului Dvs. stă răspunsul la aceste întrebări, mai ales în perioada în care descentralizarea va face să dispară Centralele Industriale, care impulsionau aceste probleme de calitate.

A existat începînd cu anul 1987 aşa numitul Sistem de Asigurare a Calităţii produselor şi producţiei, iniţiativă lăudabilă, dar care după părerea mea a eşuat în birocratism, fără consistenţă şi aplicabilitate directă în laboratoarele CTC şi Metrologie din fabrici.

Propun deci un SAC constituit pe principii reale de dotare şi modernizare a laboratoarelor sus-menţionate, de testare precisă a unor verigi tehnologice de bază, care să regleze eficient producţia spre îmbunătăţirea calităţii produselor.

Vă amintesc că acest export, cu care fabricile de sticlă se laudă, s-a făcut şi se face şi în prezent pe uşa din dos a pieţii mondiale, produsele respective fiind vîndute la preţuri derizorii, de multe ori sub emblema unor firme străine care revînd tot ce vine de la noi, cu preţuri mult mai mari.

În această situaţie, un SAC corect aplicat poate duce la ridicarea stachetei calităţii produselor şi va ajuta fabrica să cîştige mai mult în folosul muncitorilor şi al Statului.

Această problemă, precum şi multe altele, ar putea constitui o rubrică aparte a revistei "Calitate, fiabilitate, metrologie" şi ar stîrni, sînt convins, mult interes în toate sectoarele industriale.

Cu stimă,

fiz. *Cazan-Corbasca Vladimir*

ICPTSCF Laborator menaj-ambalaj — Colectiv proprietăţi fizice — BUCUREŞTI

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE


REDACȚIA :

COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21 sector 1
Telefon : 15 02 00 și 17 01 60/982

ADMINISTRAȚIA :

INTREPRINDEREA DE STAT PENTRU IMPRIMATE ȘI ADMINISTRAREA PUBLICAȚIILOR

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1, București, 71 341
Telefon : 177729, 176010 și 176080. interior 2086 și 2483.



COLEGIUL DE REDACȚIE

**Redactor șef :** dr. ing. Dan Stoichițoiu

Colectiv Secțiunea **Calitate :** ing. Ioan Roman — redactor responsabil. ing. Mihai Meiu, ing. Radu Moțoiu, ing. Traian Teodoru

Colectiv Secțiunea **Fiabilitate :** dr. ing. Ioan Bacivarof — redactor responsabil, dr. ing. Adrian Mihalache, dr. Viorel Vodă, fiz. Adalbert Szakàts, dr. ing. Ulrich Wiener

Colectiv Secțiunea **Metrologie :** dr. ing. Aurel Millea, — redactor responsabil, fiz. Dragoș Boiciuc, ing. Paul Dârvariu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, ing. Radu Soviani.

**Secretar de redacție :** Viorica Burciu



1991 JUL 1 0



Cererile pentru abonamente vor fi adresate administrației, în contul 645150228 BNR, filiala sector 1, precum și la oficiile poștale. Costul unui abonament anual este 180 lei

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate a ISIAP Calea Victoriei 174 cont 645150228 BNR filiala sector 1

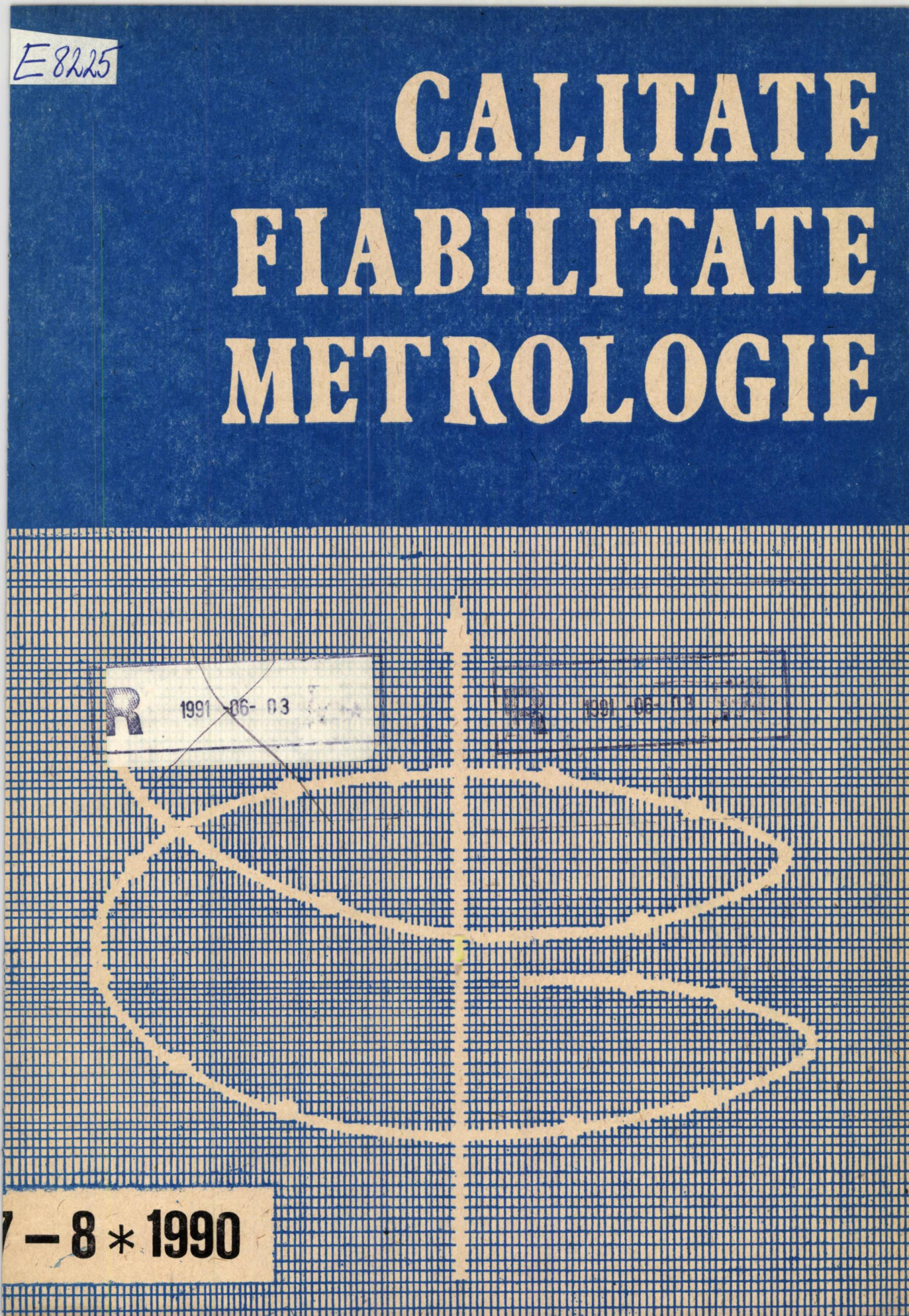
Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, București, str. 13 Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

c. 2440 — ÎNTREPRINDEREA POLIGRAFICĂ „UNIVERSUL" BUCUREȘTI **Lei 30**

E8225

# CALITATE FIABILITATE METROLOGIE

R 1991 -06- 03



7 – 8 * 1990

# SOMMAIRE


**QUALITÉ**

*NICOLAE BARBĂLATĂ :* Quelques aspects concernant les préoccupations de la Commission Nationale pour Normes, Métrologie et Qualité afin d'aligner les efforts dans le domain d'essayer les produits conformement aux exigences du marché européen 226

*VIOREL GH. VODĂ :* Les tolérances naturelles et la qualité de l'action de projeter des chaînes de dimension . . . . . 230

*SERGIU DUMITRESCU :* Complet d'appareils pour la détermination des paramètres fonctionnels des soupapes de sureté . . . . . 234

*DORIN BÂGIU* et al: La méthode de pré-contôl des processus de production . . . . . 238

*TRAIAN PETRU CLONDA :* Mesures qui s'imposent pour protéger la qualité des vins . . . . . 242

**FIABILITÉ**

*COSTICĂ NITU :* Sytèmes numériques de direction avec performances dégradées aux défauts . . . . 245

*IOAN FELEA* et *IOAN RADU :* Des aspects concernant la fiablilité des installations à générateurs de microondes . . . . . 249

*CONSTANTIN TEODORESCU :* La fiabilité des coupecircuit à fusible . . . . . 252

*MIHAELA CĂLIN* et *ION BĂLESCU :* Résultats cocernant la détermination de la fiabilité des transformateurs . . . . . 254

**MÉTROLOGIE**

*NICOLAE FÂNTÂNARU :* La répétableté des mesurages effectuées par des traducteurs de force . . . 258

*VLADIMIR CĂZAN-CORBASCA* et *ELENA IONESCU :* Valeures experimentales pour la realisation d'un verre etalon de viscosité . . . . . 261

**DE L'EXPERIENCE DES ENTREPRISES**

*SORIN TEIUȘANU :* La méthode CEC pour assurer la qualité . . . . . 277

**INFORMATION** 279

**PARTIE OFFICIELE**

* * * Norme Technique de Métrologie, NTM 3—126—78 „Vérification métrologique des manomètres, vacuummètres et manovacuummètres de travail à éléments élastiques".


# SUMMARY


**QUALITY**

*NICOLAE BARBĂLATĂ :* Some aspects concerning the activities of the National Commission for Standars, Metrology and Quality in order to align the efforts in the field of product testing in accordance with the requests of the european market . . . 226

*VIOREL GH. VODĂ* : Two-sided gaussian tolerance limits and the quality of dimension chains designing 230

*SERGIU DUMITESCU :* A set of devices for safety valve functional parameters determination . . 234

*DORIN BÂGIU* a. o.: The method of pre-control for the processes of production . . . . . 238

*TRAIAN PETRU CLONDA :* Measures to be imposed in order to protect the quality of wines 242

**RELIABILITY**

*COSTICĂ NITU :* Numerical direction systems with failure depreciated performances . . . . . 245

*IOAN FELEA* and *IOAN RADU :* Some aspects concerning the reliability of installations with microwave generators . . . . . 249

*CONSTANTIN TEODORESCU :* The realibility of safety fuses . . . . . 252

*MIHAELA CĂLIN* and *ION BĂLESCU :* Results concerning the determination of the realiability of transformers . . . . . 254

**METROLOGY**

*NICOLAE FÂNTÂNARU :* The repetability of measurements by load cells . . . . . 258

*VLADIMIR CAZAN CORBASCA* and *ELENA IONESCU :* Experimental dates for a viscosity refference glass . . . . . 261

**FROM THE EXPERIENCE OF ENTERPRISES**

*SORIN TEIUȘANU :* The method CEC for assuring quality . . . . . 277

**INFORMATION** 279

**OFFICIAL PART**

* * * Metrological Technical Norm, NTM 3—126—78, „Metrological verification of the working manometers, vacuummeters and manovacuummeters with elastic elements".

E8225

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

Publicație de informare și dezbatere
tehnico-economică
a
COMISIEI NAȚIONALE PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

## SUMAR

**CALITATE**

*NICOLAE BARBĂLATĂ:* Unele aspecte privind preocupările Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate pentru alinierea eforturilor din domeniul încercării produselor la cerințele Pieții Comune . . . . . 226

*VIOREL Gh. VODĂ:* Toleranțele naturale și calitatea proiectării lanțurilor de dimensiuni . . . . . 230

*SERGIU DUMITRESCU:* Complet de aparate pentru determinarea parametrilor funcționali ai supapelor de siguranță . . . . . 238

*DORIN BĂGIU* ș.a.: Metoda de precontrol a proceselor de fabricație . . . . . 234

*TRAIAN PETRU CLONDA:* Măsuri ce se impun pentru protejarea calității vinurilor . . . . . 242

**FIABILITATE**

*COSTICĂ NITU:* Sisteme numerice de conducere cu performanțe degradate la defecte. . . . . 245

*IOAN FELEA și IOAN RADU:* Aspecte privind fiabilitatea instalațiilor cu generatoare de microunde . . . . . 249

*CONSTANTIN TEODORESCU:* Fiabilitatea siguranțelor fuzibile . . . . . 252

*MIHAELA CĂLIN și ION BĂLESCU:* Rezultate privind determinarea fiabilității transformatoarelor . . . . . 254

**METROLOGIE**

*NICOLAE FÂNTÂNARU:* Repetabilitatea valorilor măsurate cu traductoare de forță . . . . . 258

*VLADIMIR CAZAN CORBASCA și ELENA IONESCU:* Date experimentale pentru realizarea unei sticle etalon de viscozitate . . . . . 264

**DIN EXPERIENȚA ÎNTREPRINDERILOR**

*SORIN TEIUȘANU:* Metoda CEC de asigurare a calității . . . . . 277

**INFORMAȚII**

**PARTEA OFICIALĂ**

*** Norma tehnică de metrologie, NTM 3—126—78, „Verificarea metrologică a manometrelor, vacuummetrelor și manovacuummtrelor de lucru cu element elastic . . . . . 283

MŰSZAKI INFORMÁCIÓS SZOLGÁLAT ROMÁNIA 1983

# Unele aspecte privind preocupările Comisiei Naţionale pentru Standarde, Metrologie şi Calitate pentru alinierea eforturilor din domeniul încercării produselor la cerinţele Pieţei Comune

NECULAI BARBĂLATĂ*

Participarea României la schimburile internaţionale este legată tot mai mult de trecerea la economia de piaţă, acolo unde factorul primordial îl reprezintă cererea şi oferta.

La nivel european asistăm, din ce în ce mai convinşi, la realizarea unei pieţe unice care, începînd de la 1 ianuarie 1993 se va caracteriza printr-o exigenţă deosebită faţă de toţi agenţii economici care dorec să fie prezenţi pe această piaţă.

Aşa se explică şi faptul că agenţii economici din ţările vest-europene, şi nu numai ei, se pregătesc deja pentru acest eveniment, marcat de preocupările existente la nivelul diverselor organisme internaţionale şi europene (GATT, ILAC, CEE—ONU etc.), referitoare la definitivarea unui „COD DE NORME" care să permită recunoaşterea reciprocă în domeniul certificării şi încercării produselor, stimulînd eficienţa şi calitatea.

Cheltuielile deosebit de mari care se fac în domeniul încercării produselor şi serviciilor a condus la necesitatea coordonării eforturilor la nivel naţional, preocupare justificată şi de importanţa mijloacelor utilizate pentru efectuarea încercărilor atît în industrie, cu ocazia asimilării de produse noi, cît şi pentru comercializarea şi exportul acestora.

Acest lucru înseamnă deschiderea pentru competenţă, competitivitate şi calitate. Eficienţa şi calitatea trebuie să devină cele două direcţii de acţiune ale conducerilor întreprinderilor din România, dacă acestea doresc cu adevărat să-şi desfacă produsele şi serviciile lor pe piaţa europeană unică sau în diferite ţări europene.

Legile care guvernează comerţul astăzi şi cu atît mai mult începînd cu 1 ianuarie 1993, sînt foarte exigente, iar în lupta pentru concurenţă nu este suficient ca produsele sau serviciile să fie declarate de furnizor că sînt conforme cu cerinţele tehnice de pe piaţă, ci trebuie ca această declaraţie de conformitate să aibă acoperire printr-o atestare dată de o autoritate recunoscută, inatacabilă din punct de vedere tehnic, juridic şi administrativ.

Astfel, în majoritatea ţărilor s-au pus la punct sisteme naţionale de acreditare a laboratoarelor de încercări avînd la bază codul de norme ISO—CEI-2, 25, 38, 49, 54 şi 8402, precum şi codul european de norme EN-45001 — 45003.

Orice sistem de acreditare are ca obiectiv principal constituirea într-o reţea, pe bază de voluntariat, a laboratoarelor de încercări, care pe baza evaluării capabilităţii acestora permite atestarea şi în final recunoaşterea valorii încercărilor realizate într-un anumit laborator, de către un organism naţional de acreditare.

Sistemul, constituit dintr-un ansamblu de laboratoare multidisciplinare, permite efectuarea de încercări asupra produselor şi serviciilor numai pe baza unei etici comune, a cărei credibilitate nu poate fi pusă la îndoială sub nici o formă.

## 1. Terminologia utilizată

În cele ce urmează se prezintă cîteva definiţii privind sistemul de acreditare.

*Acreditarea unui laborator* înseamnă recunoaşterea competenţei unui laborator de încercări pentru realizarea unei sau mai multor încercări, precum şi a unor tipuri de încercări stabilite.

*Sistemul de acreditare* este un sistem care are propriile sale reguli de procedură pentru acreditarea laboratoarelor.

*Organismul de acreditare* este acel organism guvernamental sau neguvernamental care organizează şi care agrează un sistem de acreditare şi care pronunţă sau acordă acreditarea. La noi în ţară acest organism este Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate.

*Laborator acreditat* se consideră acel laborator de încercări căruia i-a fost eliberat certificatul de acreditare de către C.N.S.M.C.

*Evaluarea capabilităţii laboratoarelor* reprezintă acţiunea de examinare a unui laborator în vederea verificării conformităţii potenţialului său cu criteriile de acreditare stabilite

* Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate

prin norme ISO—CEI și EN, pentru anumite încercări.

*Auditorul laboratorului* reprezintă persoana sau persoanele împuternicite să acționeze în totalitate sau numai parțial la operațiile de evaluare a unui laborator în vederea acreditării.

*Criterii de acreditare* reprezintă ansamblul de exigențe elaborat de un organism de acreditare, pe care un anumit laborator de încercări trebuie să-l satisfacă (îndeplinească) pentru a fi acreditat.

*NOTĂ*: pentru a nu se face confuzii între acreditarea laboratoarelor și autorizarea acestora este bine să se rețină următoarele precizări:

— *prin acreditare* se recunoaște competența unui laborator pentru realizarea unor încercări sau tipuri de încercări stabilite de către o autoritate recunoscută și necontestată tehnic, juridic și administrativ;

— *prin autorizare* se dă dreptul unor laboratoare de a efectua anumite încercări, însă fără evaluarea capabilității din partea unui organism cu autoritate recunoscută și incontestabilă din punct de vedere tehnic, juridic, administrativ.

## 2. Acreditarea

Acreditarea nu este un scop în sine ci ea reprezintă suportul tehnic juridic și administrativ care stă la baza recunoașterii încercărilor efectuate de un anumit laborator sau unități tehnice în vederea certificării sau omologării produselor și serviciilor.

În continuare se vor prezenta unele **definiții de termeni** pentru a ajuta la înțelegerea limbajului folosit de **Rețeaua Națională de Încercări** „RNE" din Franța, avînd în vedere faptul că a fost deja difuzat în teritoriu „GHIDUL PENTRU REDACTAREA UNUI MANUAL AL CALITĂȚII", pentru a fi folosit ca sursă de documentare de laboratoarele noastre care doresc să fie acreditate.

Se precizează că aceste definiții ale termenilor nu sînt considerate ca aparținînd unui anumit document cu caracter normativ astfel:

*Gestiunea calității* unui laborator se consideră partea de gestiune generală a acestuia, consacrată calității încercărilor. Prin gestiunea calității se înțelege fixarea obiectivelor, concepția de organizare și mijloacele folosite, formarea și motivarea personalului, punerea în operă a mijloacelor de care dispune laboratorul respectiv, coordonarea activităților diferitelor sectoare implicate în efectuarea încercărilor, evaluarea rezultatelor, precum și acțiunile corective ce se impun.

*Construirea calității* — punerea în aplicare a dispozițiilor (regulilor) și mijloacelor necesare gestiunii calității.

*Asigurarea calității încercărilor* — punerea în operă a unui ansamblu de reguli însușite, prestabilite și sistematice, destinate a da încrederea cuvenită în obținerea calității încercărilor.

*Controlul calității* — verificarea aplicării dispozițiilor luate de un laborator pentru a obține calitatea prestațiilor sale de încercări, urmare unei judecăți sănătoase.

*Derogare* — precizarea complementară ce se impune unui anumit punct dintr-un document (procedură, specificație, metodă de încercare sau mod de lucru) fără de care condițiile specifice îl face incomplet, neaplicabil sau impropriu.

*Anomalie* — orice deviere sau nerespectare a unei proceduri, a unei specificații, a unei metode de încercare sau a unui mod de lucru.

De reținut că *derogarea* este un act prealabil realizării sarcinii sau activității respective, în timp ce *anomalia* se constată după sau în timpul realizării sarcinii sau activității.

*Manualul calității* este documentul care descrie măsurile (dispozițiile) generale luate de un laborator pentru a obține calitatea prestațiilor sale în domeniul încercărilor. El descrie organizarea generală a laboratorului respectiv.

*Planul de calitate* este documentul care descrie măsurile (dispozițiile) specifice luate de laborator pentru a obține calitatea cuvenită a unei încercări sau grupe de încercări.

Planurile de calitate sînt nominalizate de regulă în manualul calității. Ele sînt legate de o anumită prestație, de modul în care se execută aceasta. Aceste planuri de calitate fac în general referire la documentațiile de aplicare (proceduri, instrucțiuni de utilizare, metode de încercări, modul de lucru, procese verbale tip etc.).

*Procedura* este acel document tehnic care explică una sau mai multe măsuri (dispoziții) luate de laborator pentru obținerea calității încercărilor stabilite ca aceste măsuri să poată fi aplicate (exemplu: procedura privind identificarea aparaturii de măsură și de încercare, procedura privind modul de arhivare a documentelor etc.).

*Programul de încercare* este documentul tehnic stabilit de solicitantul încercării, eventual cu ajutorul laboratorului care execută încercarea respectivă, în vederea definirii corecte și complete a ansamblului condițiilor ce trebuie îndeplinite pentru satisfacerea cerințelor exprimate.

*NOTĂ*: ca regulă generală, programul de încercări cuprinde precizări privind:

— însușirile sau caracteristicile ce urmează a fi determinate;

— numărul sau cantitatea obiectelor ce urmează a fi supuse încercărilor;

— metodele de încercare sau definirea (descrierea) succintă a încercărilor;

— ordinea în care urmează a se efectua încercările etc.

*Metoda de încercare* reprezintă descrierea tehnică, mai mult sau mai puțin detaliată, asupra modului de lucru și succesiunea operațiilor, pentru a determina valoarea uneia sau mai multor parametri sau caracteristici ale obiectului supus încercărilor.

*NOTĂ*: Ca regulă generală metoda de încercare se materializează într-un document care se referă la:

— domeniul de aplicare a metodei;

— principiul și succesiunea operațiilor de realizat;

— pregătirea și conservarea obiectelor prezentate la încercări;

— mijloacele de încercare necesare;

— condițiile de instalare, montare etc, ce trebuie respectate și, se înțelege, dacă este necesar, se va defini și locul (fix sau mobil);

— modul de culegere și de prelucrare a rezultatelor.

*Modul de lucru* (de operare) reprezintă documentul care descrie modul de aplicare a metodei de încercare aleasă pentru a satisface (respecta) integral regulile stabilite pentru folosirea mijloacelor de încercare și prestarea serviciilor (activităților) proprii laboratorului în domeniul încercărilor respective.

*Rapoartele de încercare* (buletinele de încercare) sînt documentele stabilite de laboratorul de încercări acreditat care prezintă rezultatele încercărilor efectuate și toate informațiile referitoare la aceste încercări.

În rapoartele de încercări nu se permite nici un comentariu de natură a exploata (a interpreta) într-un anumit fel rezultatele, cum ar fi: avize, consultări etc.

*OBSERVAȚII*: În țara noastră se vor folosi în mod obligatoriu termenii și definițiile standardizate.

### 3. Caracteristicile sistemului de acreditare

Acreditarea se acordă unui laborator numai pentru una sau mai multe „unități tehnice" (ansamblu de mijloace tehnice și umane) bine definite, specializată în efectuarea unor încercări stabilite concret și nu pentru ansamblul activităților prestațiilor sale.

Criteriile, funcție de care se apreciază aptitudinea unui laborator de a fi acreditat, sînt stabilite în ISO—CEI — 25 „Prescripții generale privind competența tehnică a laboratoarelor de încercări" și EN 45002 „Criterii generale privind evaluarea laboratoarelor de încercare", care sînt luate în considerație de către toate sistemele de acreditare, existente în străinătate.

Acordarea acreditării se face pe baza unei proceduri speciale care prevede toate acțiunile ce trebuie întreprinse de laboratoare și de organismul de acreditare, pentru o riguroasă evaluare a capabilității.

O atenție deosebită se va acorda și cerințelor de asigurare a calității, domeniul în care experiența a dovedit că punerea în aplicare a unui sistem intern de asigurare a calității, ce trebuie materializat printr-un manual de calitate, este delicată.

De aceea, fiecare laborator este un caz particular, neexistînd un model de sistem de asigurare a calității care să fie aplicabil tuturor laboratoarelor de încercări.

Din punct de vedere tehnic o anumită cerință poate fi satisfăcută prin diferite căi și, de asemenea, o anumită prevedere poate să fie perfect adaptabilă unui laborator, însă ea poate să nu convină altui laborator care are alte tradiții sau alt domeniu de activitate.

În vederea acreditării se va ține cont, în principal, de următoarele criterii de esență:

— dotarea laboratoarelor cu spații amenajate corespunzător;

— dotarea cu echipamente, aparate și mijloace de încercare și de etalonare;

— calificarea și experiența personalului;

— organizarea internă pentru asigurarea calității încercărilor, inclusiv sistemul de gestionare a documentelor și informațiilor;

— gradul de independență și neutralitate asupra păstrătii secretului profesional și luarea deciziilor.

Se înțelege că, în afară de aceste criterii generale, sînt și alte criterii specifice de care trebuie să se țină cont cu ocazia evaluării aptitudinilor unui laborator supus acreditării.

### 4. Avantajele acreditării laboratoarelor

Organizarea unui sistem național de acreditare a laboratoarelor de încercări constituie un factor de progres tehnic și economic pentru toți agenții economici.

În cele ce urmează enumerăm cîteva din aceste avantaje astfel:

— *facilitează accesul agenților economici* (regii autonome, societăți comerciale) *la serviciile laboratoarelor acreditate*;

— *ameliorează calitatea intrinsecă a încercărilor*, în sensul că punerea în aplicare a unui sistem intern de gestiune a calității permite laboratorului de încercări respectiv să-și optimizeze organizarea sa și deci să-și îmbunătățească eficiența sa din punct de vedere industrial, dar și prin creșterea productivității sale;

— *crește renumele tehnic al laboratoarelor acreditate* astfel, datorită obținerii acreditării, renumele și imaginea mărcii unui laborator sînt ridicate pe plan tehnic, atestînd apartenența sa la o comunitate științifică de înalt nivel.

— *dă o mare asigurare calității încercărilor* întrucît laboratoarele acreditate trebuie să fie în măsură să aducă clienților lor dovada obiec-

tivă că, prin acurateţea şi obiectivitatea încercărilor efectuate, reduce la minim riscurile inerente privind erorile posibile în orice activitate umană;

— *evită multitudinea de controale* asupra activităţii sale întrucît, odată acreditat de un organism naţional recunoscut, laboratorul respectiv se poate dispensa de un anumit număr de controale, cu excepţia celor de supraveghere din partea organismului de acreditare, care sînt prevăzute în procedurile specifice;

— *sprijină şi promovează recunoaşterea reciprocă a rezultatelor încercărilor* pe plan intern şi internaţional sau bilateral între ţări.

Este cunoscut faptul că, astăzi, numeroşi cumpărători din ţară sau din străinătate nu mai sînt satisfăcuţi decît cu informaţii tehnice precise asupra produselor pe care le cumpără şi doresc ca aceste informaţii să fie date de un organism inatacabil din punct de vedere tehnic, juridic şi administrativ. De aceea, a fi în posesia unui document obiectiv care atestă calitatea produsului sau serviciului respectiv, emis de un laborator acreditat, constituie un atu foarte serios pentru promovarea acestuia pe piaţă.

De asemenea, încheierea de acorduri de recunoaştere reciprocă între sistemele naţionale de acreditare a laboratoarelor de încercări dau garanţii echivalente asupra calităţii încercărilor pe care le-au realizat, permit o mai bună armonizare a normelor privind domeniul încercărilor, asigurînd permanent un schimb de experienţă cu organisme similare din străinătate.

## 5. Stadiul acţiunilor de acreditare a laboratoarelor din România

1. C.N.S.M.C., organism guvernamental împuternicit cu autorizarea şi acreditarea laboratoarelor de încercări a elaborat deja, prin Oficiul de Stat pentru Calitate, următoarele proceduri avînd la bază normele ISO—CEI şi normele europene CN:

— proceduri pentru acreditarea laboratoarelor de încercări;

— procedura pentru întocmirea manualului de calitate al laboratorului care solicită acreditarea;

— procedura de audit a laboratoarelor acreditate.

2- C.N.S.M.C prin OSC a elaborat standardul 8402 de terminologie şi continuă acţiunea de elaborare a seriei de standarde internaţionale ISO—9000—9004 în domeniul asigurării calităţii, a seriei EN—45011—45014 privind organismele de certificare şi acreditare şi cerinţele generale pentru declaraţia de conformitate a furnizorului şi a EN 45003.

— Cerinţele generale pentru organismele de acreditare a laboratoarelor.

Sînt în curs de elaborare noi proceduri specifice acestui domeniu.

3. Din iniţiativa OSC din cadrul CNSMC un număr de peste 40 institute de specialitate care au laboratoare de încercări şi de învăţămînt superior, cu participarea unor reprezentanţi din CNSMC şi din unităţile sale subordonate s-au constituit în asociaţia profesională, fără profit „REŢEAUA LABORATOARELOR DE ÎNCERCĂRI RELAR" înregistrată la judecătoria sectorului 1, prin Sentinţa Civilă nr. 1966/7 august 1990.

Obiectivele acestei asociaţii, stabilie prin statutul de organizare sînt următoarele:

*a*) participarea la acţiunile de atestarea calităţii serviciilor prestate de laboratoarele de încercări care solicită acreditarea pentru beneficiari din ţară şi străinătate;

*b*) promovarea recunoaşterii pe plan naţional şi internaţional a documentelor de încercare emise de „laboratoarele acreditate" precum şi a procedurilor şi metodelor de încercare;

*c*) promovarea pe plan naţional a unei politici coerente în domeniul încercărilor, prin sprijinirea laboratoarelor acreditate în activitatea de elaborare, aplicare şi perfecţionare a metodelor de încercare;

*d*) stabilirea şi facilitarea de conexiuni şi relaţii ştiinţifice, profesionale şi economice cu organisme internaţionale similare;

*e*) elaborarea concretă de noi metode de încercare, precum şi reactualizarea şi armonizarea celor existente;

*f*) efectuarea de studii şi cercetări în domeniul încercărilor;

*g*) editarea şi difuzarea catalogului anual al laboratoarelor acreditate din România, precum şi a altor publicaţii specifice.

În conformitate cu pct. 9.2 din statut, acreditarea laboratoarelor fondatoare se face de către CNSMC, pe baza procedurilor aprobate de OSC folosind, în acest scop, şi experţi în domeniu. Începînd cu 1 decembrie 1992, acreditarea laboratoarelor se va efectua cu participarea RELAR.

În acest sens se recomandă a se trece la întocmirea manualului de calitate al laboratorului care se doreşte a fi supus acreditării, utilizînd ca material documentar „GUIDE POUR LA REDACTION D'UN MANUEL QUALITÉ DANS UN LABORATOIRE D'ESSAIS" elaborat de RME Franţa precum şi procedurile elaborate de OSC.

# Toleranţele naturale şi calitatea proiectării lanţurilor de dimensiuni

VIOREL GH. VODĂ *

REZUMAT

Se prezintă toleranţele naturale şi aplicarea lor pentru caracterizarea calităţii unui proces tehnologic.

Résumé

On présente les tolérances naturelles (tolérances bilateraux gaussiennes) et leur application pour la caractérisation de la qualité d'un processus technologique.

Abstract

The two-sided Gaussian tolerance limits and their application to characterize the quality of a technological process are presented.

## 1. Introducere

Conceptul de limite de toleranţe naturale a fost introdus în 1931 de către „părintele controlului statistic", inginerul *W. A. Shewhart* (1891—1967) de la Western Electric Co. Opt ani mai tîrziu, într-o lucrare de bază intitulată „Metoda statistică din punctul de vedere al controlului calităţii" (1939, editată cu asistenţa lui *W. E. Deming*) [4] el a enunţat riguros această noţiune, punînd şi problema determinării efective a limitelor de toleranţe naturale pentru legea de repartiţie normală.

În concepţia lui *Shewhart*, toleranţele naturale ale unui proces tehnologic în cadrul căruia se realizează o anumită caracteristică de calitate, reprezintă limitele intervalului maxim de variabilitate (denumit şi „interval natural de toleranţă") pe care procesul, stabilizat statistic poate să-l asigure pentru valorile caracteristicii de calitate respective.

Înaintea considerării toleranţelor naturale ale unui proces este interesant să reamintim care au fost indicatorii statistici utilizaţi în conducerea proceselor tehnologice în decursul timpului. Probabil că primul indicator a fost **valoarea medie**, aceasta punînd în evidenţă comportamentul procesului după o lungă derulare în timp. Mai tîrziu, înţelegîndu-se că procesul de producţie este de fapt supus acţiunii unor factori aleatori care induc o anumită variabilitate în rezultatele obţinute, au fost luaţi în considerare şi alţi indicatori statistici care să cuantifice această variabilitate: abaterea standard, amplitudinea, coeficientul de variaţie, coeficienţii de asimetrie şi exces etc.

Aceasta este perioada (aproximativ între anii 1924—1940) în care apare şi se dezvoltă filozofia shewhartiană a stabilităţii statistice a proceselor de fabricaţie, care s-a concretizat cu apariţia fişelor de control de tip $(\bar{X}, R)$. Utilizarea acestor instrumente statistice asigură comportarea aleatoare a procesului tehnologic prin stabilizarea mediei şi abaterii standard (sau a amplitudinii). Aşadar, atenţia începuse să fie concentrată asupra **centrării** şi **împrăştierii** valorilor caracteristicilor de calitate generate de proces, dar parametrii statistici care exprimau aceste proprietăţi erau încă priviţi separat în fişele de control.

Aceste instrumente absolut necesare, care oferă în realitate posibilitatea **comparării procesului cu el însuşi**, asigurîndu-i proprietatea de a fi **reproductibil** nu au fost însă suficiente. Era necesară în plus punerea în evidenţă şi a unei alte caracteristici a procesului tehnologic stabilizat statistic şi anume aceea de a asigura cerinţele impuse asupra caracteristicii generată în proces, prin toleranţele specificate pentru această caracteristică.

Ţinînd seama de această cerinţă, a apărut necesitatea elaborării unui nou indicator statistic. Acesta trebuia să poată sintetiza dintr-o dată efectul simultan al acţiunii factorilor aleatori atît asupra centrării cît şi asupra împrăştierii procesului. Indicatorul statistic în cauză nu ese altul decît „intervalul natural de toleranţă". Pentru determinarea sa au fost create metode statistico-matematice speciale atît în cazul în care repartiţia statistică a caracteristicii este cunoscută (complet sau incomplet specificată) cît şi pentru cazul în care aceasta este necunoscută dar continuă [6].

## 2. Preliminarii

În scopul clarificării acestei probleme să considerăm că $X$ este o caracteristică de calitate măsurabilă, asimilată deci cu o variabilă aleatoare continuă cu funcţia de densitate cunoscută ca formă dar conţinînd o serie de parametri necunoscuţi. Fie deci $f_X(x\,;\,\theta)$ densitatea respectivă unde $\theta = (\theta_1, \ldots, \theta_j)$ este un vector de parametri. Să presupunem că $X$ este dublu tolerată, adică se doreşte să avem $X \in [T_i, T_s]$. Procesul care dă naştere caracteristicii $X$ are însă propriile sale toleranţe $L_i$ şi $L_s$ care depind de valorile reale ale lui $X$

* Centrul de Statistică Matematică Bucureşti

$x_1, x_2, \ldots, x_n$. În limbaj statistic, $L_i = L_i(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ și $L_s = L_c(x_1 \ldots .)$ sînt așa-numite „statistici".

Interesul producătorului este ca să existe cel puțin o proporție $P$ din populația $\{f_X(x\,;\,\theta)\}$ în intervalul $[L_i, L_s]$ și acest lucru să aibă loc cu o probabilitate dată $\gamma$, relativ mare. Această afirmație se traduce efectiv prin formula

$$\text{Prob}\left\{\int_{L_i}^{L_s} f_X(x\,;\,\theta)\,dx \geqslant P\right\} = \gamma \qquad (1)$$

Problema constă deci în determinarea concretă a limitelor $L_i$ și $L_s$. Cu alte cuvinte, (1) mai poate fi interpretată și astfel : cel mult un procent $(L-P)\%$ din populația dată să se afle în intervalele $[0, L_i]$ și/sau $[L_s, +\infty)$, cu probabilitatea dată. Cantitatea $L_s - L_i$ se numește interval natural de toleranță (INT). Actualmente, acest indicator este utilizat în construirea așa-numitului **indice de capabilitate** al procesului tehnologic

$$C_P = (T_s - T_i)/(L_s - L_i)$$

(vezi *Kane*, 1986, [1]).

Pentru cazul repartiției normale $N(x\,;\,\mu,\,\sigma^2)$ problema toleranțelor naturale a fost complet rezolvată ([2], [3]). Datorită simetriei repartiției normale, $L_i$ și $L_s$ vor fi simetrice față de media teoretică și au expresiile

$$L_i = \bar{x} - ks \quad \text{și} \quad L_s = \bar{x} + ks$$

unde $\bar{x} = n^{-1}\sum x_i$ și $s = [n^{-1}\sum (x_i - x)^2]^{1/2}$, iar $k$ se calculează conform ecuației (1), unde $f_X(x\,;\,\theta)$ este $f(x\,;\,\mu,\,\sigma^2)$ — densitatea variabilei normale. Valorile efective ale lui $k$ au fost tabelate în diferite lucrări [3]. *Mitra* (1957) [5] a calculat valorile lui $k$ în cazul în care abaterea standard teoretică ($\sigma$) este estimată cu ajutorul amplitudinii $R = x_{max} - x_{min}$, unde $x_{max} = max\,\{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$ iar $x_{min} = min\,\{x_1, x_2, \ldots, x_n\}$.

Menționăm în încheierea acestor considerații preliminare, faptul că importanța toleranțelor naturale ca problemă atît de cercetare cît și practică, se oglindește pe plan mondial prin apariția a două monografii importante : *Odeh, R. E* și *Owen, D. B.* (1980) : Tables for normal tolerance limits. Sampling plans an screening. *Marcel Dekker* Inc. New York, și *Milos Jilek* (1988) : Statističke Tolerančni Meze, SNLT, Praha (Limite de toleranțe statistice, Editura Tehnică din Praga, Colecția Cartea teoretică a inginerului ; în această lucrare sînt citate și unele realizări ale cercetătorilor români în acest domeniu).

### 3. Utilizarea INT în cazul proiectării lanțurilor de dimensiuni

În construcția de mașini, una din aplicațiile cele mai spectaculoase ale teoriei toleranțelor naturale o constituie folosirea acestora la evacuarea intervalelor de toleranță pentru lanțurile de dimensiuni.

În produsul asamblat, dimensiunile pieselor precum și piesele propriu-zise se află într-o interdependență bine determinată. Legăturile dimensionale sînt puse în evidență de faptul că modificări ale unei dimensiuni pe o anumită componentă a unei structuri mecanice implică modificări ale altor componente ale aceluiași mecanism.

După cum arată *Dunaev* (1958) [7], legăturile dimensionale ale pieselor formează **lanțul de dimensiuni de asamblare**, ce poate fi definit ca o serie de dimensiuni de îmbinare care formează un contur închis și ale căror abateri influențează exactitatea uneia dintre dimensiunile conturului.

Dimensiunile componentelor ce intră în lanțul de dimensiuni pot avea valori diferite de la un produs la altul dar numai în limitele toleranțelor stabilite pentru aceste dimensiuni. Printre metodele utilizate în stabilirea lungimii toleranțelor în cazul lanțurilor de dimensiuni liniare formate din $m$ elemente, una dintre acestea indică însumarea intervalelor individuale (notate $S_i$), cu scopul obținerii intervalului de toleranță $S_T$ al elementului rezultat

$$S_T = \sum_{i=1}^{m} S_i$$

Această metodă — cunoscută și sub numele de metoda aditivă (sau aritmetică) — nu ia însă în considerare informațiile obținute în derularea procesului tehnologic. Proiectantul care folosește metoda aditivă nu are nici o imagine asupra repartiției valorilor caracteristicii de calitate în cîmpurile de toleranță.

În cazul în care este dată lungimea intervalului de toleranță pentru caracterizarea elementului rezultant și este cerută determinarea intervalelor de toleranță a elementelor componente, metoda impune de obicei alegerea intervalelor de toleranță egale ca mărime $S_1 = S_2 = \ldots = S_m = S_0$, din condiția $S_0 = S_T/m$.

Neposedînd nici o informație asupra posibilităților reale ale procesului tehnologic ce formează fabricatul în cauză, repartizarea toleranțelor pe fiecare dintre componentele lanțului capătă un caracter mai mult sau mai puțin formal. Lipsa acestor informații precum și a unor criterii care să conducă la un echilibru economic între necesități și posibilități,

implică două mari categorii de cheltuieli suplimentare :

1) cheltuieli legate de folosirea unor procese mult mai precise decît este necesar ;

2) cheltuieli provocate de clasificarea eronată ca defective a unor componente care în realitate îndeplinesc cerinţele impuse asamblării.

Alte cheltuieli nejustificate pot fi evitate prin utilizarea teoriei toleranţelor naturale. Astfel, se demonstrează [8] că în cazul unui lanţ de dimensiuni format din $m$ elemente a căror valori ale caracteristicilor de calitate (de exemplu lungimi) se însumează pentru a obţine în final valoarea cerută a caracteristicii de calitate a elementului rezultant, între intervalul natural de toleranţă $I_T$ al acestui din urmă element şi intervalele naturale de toleranţă ale proceselor în care iau naştere fiecare dintre caracteristicile de calitate ale elementelor componente $I_i$ ($i = 1, 2, \ldots, m$), există relaţia

$$I_T = \left[ \sum_{i=1}^{m} I_i^2 \right]^{1/2}$$

unde $I_i = (L_s)_i - (L_I)_i$, dacă procesele „$i$" sînt statistic stabilizate adică fiecare caracteristică de calitate $X_i$ este repartizată după o lege normală $N(\mu ; \sigma^2)$.

Este acum uşor de observat că dacă se aleg procesele „$i$" astfel încît intervalele lor naturale de toleranţă $I_i$ să fie egale cu cele specificate $S_i$ pentru caracteristicile de calitate cărora le dau naştere $I_i = S_i (i = 1, 2, \ldots, m)$, atunci pentru elementul rezultant se obţine un interval natural de toleranţă $I_T$ mai mic decît $S_T$, cel obţinut prin metoda aditivă

$$\left[ \sum_{i=1}^{m} S_2^i \right]^{1/2} = I_T < S_T = \sum_{i=1}^{m} S_i$$

## 4. Exemplu de lucru

Pentru lanţul de dimensiuni cu $m = 4$ elemente reprezentat în fig. 1, au fost calculate prin metoda aditivă următoarele lungimi ale intervalelor de toleranţă pentru caracteristicile de calitate ale elementelor componente : $S_1 = 0{,}02$ ; $S_2 = 0{,}015$ ; $S_3 = 0{,}04$ ; $S_4 = 0{,}03$ (în milimetri).

Dacă procesele în care se realizează cele patru elemente sînt stabilizate statistic şi sînt capabile să asigure toleranţele specificate ($S_i = I_i$), atunci se obţine INT pentru elementul rezultant

$$I_T = [0{,}02^2 + 0{,}015^2 + 0{,}04^2 + 0{,}03^2]^{1/2} =$$

$$= 0{,}056$$

în loc de

$$S_T = 0{,}02 + 0{,}015 + 0{,}04 + 0{,}03 = 0{,}105$$

aşa cum prevede procedeul aditiv (deci un interval de aproape două ori mai mare !).

În această situaţie se poate adopta una din cele trei strategii enunţate mai jos :

1) să se utilizeze în continuare fişa ($\bar{X}$, $R$) la controlul fiecărui proces pentru menţinerea nivelului calitativ atins, obţinîndu-se pentru elementul rezultant o precizie mai bună decît cea prevăzută (situaţia ($c$) pe fig. 1) ;

2) să se repartizeze „surplusul de precizie" pe fiecare element în parte, alegîndu-se alte utilaje de precizie mai mică şi specificîndu-se noi lungimi ale intervalelor de toleranţă, în funcţie de raportul

$$b = \frac{S_T}{I_T} = \frac{0{,}105}{0{,}056} = 1{,}87$$

(situaţia ($b$) fig. 1)

În acest caz, noile lungimi ale intervalelor de toleranţă vor fi $S_i^* = bI_i$, adică $S_1^* = 0{,}04$ ; $S_2^* = 0{,}03$ ; $S_3^* = 0{,}07$ şi $S_4^* = 0{,}05$.

3) Să se menţină utilajele iniţiale, dar în controlul mediei proceselor să se utilizeze nu fişa $\bar{X}$ ci **fişa de control cu limite modificate**, elaborată pe baza teoriei toleranţelor naturale.

## 5. Fişa de control cu limite modificate

Reamintind notaţia $b = S_T/I_T$, putem scrie imediat

$$S_T = b \left[ \sum_{i=1}^{m} I_i^2 \right]^{1/2} = \left[ \sum_{i=1}^{m} (bI_i)^2 \right]^2$$

şi deci $bI_i = J_i$ este lungimea noului interval de toleranţă specificat pentru abaterea dimensiunii realizată în procesul „$i$". Pentru acest proces se notează

$$a_i = \frac{b-1}{2} \cdot I_i$$

cu ajutorul căruia se calculează coeficientul

$$C = k(b-1) + A_2$$

unde $k$ este coeficientul tip *Mitra* de calcul al INT cu ajutorul amplitudinii medii ($\bar{R}$) iar $A_2$ este „coeficientul clasic" pentru calculul fişei ($\bar{X}$, $R$). Limitele de control pentru procesul $i$ au forma [8] :

$$LCS_i = T_{(i)} + C\bar{R}_{(i)} \text{ şi } LCI_i = T_{(i)}, - C\bar{R}_{(i)}$$

plecînd de la $T_{(i)}$ — mijlocul intervalului de toleranţă fixat pentru dimensiunea realizată în procesul $i$.

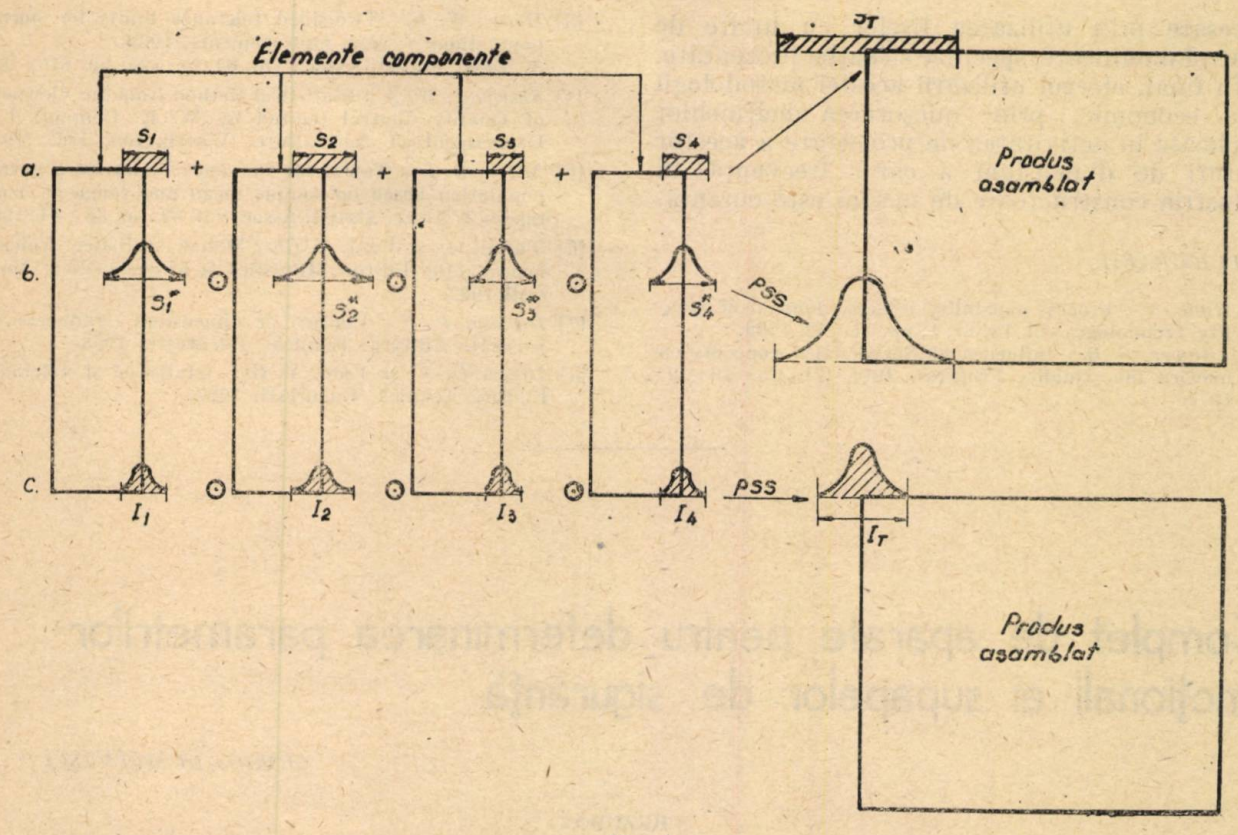



Fig. 1

## 6. Studiu de caz

Se consideră reperul arbore cu diametrul $\Delta = 70^{-0,1}$ mm pe care trebuie să se execute un canal de pană cu dimensiunea $d = 10^{+0,2}$ mm pe o mașină-unealtă universală.

Există aici practic două procese tehnologice : cel prin care ia naștere diametrul arborelui și cel prin care se execută canalul de pană cu dimensiunea respectivă. Validarea celor două operații se face cu ajutorul fișelor de tip *Shewhart* $(X, R)$. S-a constatat că ambele procese au o centrare corespunzătoare și o precizie de lucru acceptabilă, stabilizate respectiv la nivelele :

1. pentru operația de execuție a diametrului $X_1 \equiv T_1 = 69{,}95$ mm, $\bar{R}_1 = 0{,}027$ mm ;
2. pentru operația de execuție a canalului de pană :

$$\bar{\bar{X}}_2 = T_2 = 59{,}85 \text{ mm}, \quad \bar{R}_2 = 0{,}025 \text{ mm}.$$

Cele două caracteristici de calitate au fost considerate că urmează o lege de repartiție normală. În acest caz, lanțul de dimensiuni calcult (algebric) este $10^{+0,2} = 70^{-0,1} - 60^{-0,1(0,2)}$

Facem precizarea că valorile $\bar{\bar{X}}_1$, $\bar{\bar{X}}_2$, $\bar{R}_1$, $\bar{R}_2$ au fost obținute prin prelucrarea datelor a 40 de eșantioane de efectiv $n = 5$ fiecare. Folosind coeficientul de tip *Mitra*, avem imediat

$$I_1 = 2k\bar{R}_1 = 2 \cdot 1{,}634 \cdot 0{,}027 \approx 0{,}088$$

$$I_2 = 2k\bar{R}_2 = 2 \cdot 1{,}634 \cdot 0{,}025 \approx 0{,}082$$

(coeficientul $k$ a fost ales pentru o proporție $P = 0{,}999$ din populația dată cu coeficientul de încredere $\gamma = 0{,}99$). Atunci

$$I_T = \sqrt{I_1^2 + I_2^2} \approx 0{,}120$$

Știind că lungimea intervalului de toleranță calculat prin metoda aditivă este (pentru elementul rezultant) $S_T \equiv 0{,}02$, obținem $b \approx 1{,}666$ și deci

$$C = 1{,}634(1{,}666 - 1) + 0{,}58 \approx 1{,}67$$

Putem calcula acum limitele de control :

1) pentru operația de executare a diametrului

$$LCS = 69{,}95 + 1{,}67 \cdot 0{,}027 \approx 69{,}995$$

$$LCI = 69{,}95 - 1{,}67 \cdot 0{,}027 \approx 69{,}905$$

2) pentru operația de executare a canalului de pană

$$LCS = 59{,}85 + 1{,}67 \cdot 0{,}025 \approx 59{,}892$$

$$LCI = 59{,}85 - 1{,}67 \cdot 0{,}025 \approx 59{,}808$$

În concluzie, datorită stabilizării statistice a celor două procese acestea pot asigura împreună un interval natural de toleranță pentru elementul rezultant mult mai strîns decît s-ar părea în realitate. Acest fapt permite micșorarea semnificativă a numărului de reglări

necesare prin utilizarea fișelor cu limite de control modificate, specifice situației prezentate.

În final, efectul utilizării acestei metodologii este economic, prin micșorarea cheltuielilor implicate în activitatea de proiectare a acestor lanțuri de dimensiuni a căror frecvență în industria constructoare de mașini este curentă.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Kane, V.*: Process capability indices. Journal of Quality Technology, vol. 18, nr. 1, pp. 41—52, 1986.
[2] *Littauer, S. B.*: Influence of Shewhartian concepts on modern life. Quality Progress, July, '74, pp. 10—11, 1974.
[3] *Howe, W. G.*: Two-sided tolerance limits for normal populations — some improvements, 1969. J. Amer. Statist. Assoc., vol. 64, nr. 326, pp. 610—620.
[4] *Shewhart, W. A.*: Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control (edited by W. E. Deming). U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C., 1939.
[5] *Mitra, S. K.*: Tables for tolerance limits for a normal population based on sample mean and range or mean range. J. Amer. Statist. Assoc. vol. 52, pp. 88—94, 1957.
[6] *Tövissi, L.* și *Vodă, V. Gh.*: Metode statistice. Aplicații în producție. Editura Științifică și Enciclopedică, București, 1982.
[7] *Dunaev, P. F.*: Lanțuri de dimensiuni (traducere din l. rusă). Editura Tehnică, București, 1958.
[8] *Iliescu D. V.* și *Vodă, V. Gh.*: Statistică și toleranțe. Editura Tehnică, București, 1977.

# Complet de aparate pentru determinarea parametrilor funcționali ai supapelor de siguranță

*SERGIU DUMITRESCU* *

**REZUMAT**

Pentru urmărirea comportării funcționale a supapelor de siguranță testate pe standurile de încercări, a fost proiectat și realizat la I.P.C.U.P. — Ploiești, un complet de aparate ce permite măsurarea, afișarea numerică și înregistrarea presiunilor la diferite deplasări bine precizate ale tijelor supapelor. Sistemele aflate în serviciu din 1986 la completul de standuri al IUP—TÎRGOVIȘTE și IAIFO—ZALĂU și-au dovedit utilitatea, iar prin dotarea cu un sistem de achiziție și prelucrare asistată de calculator a permis automatizarea procesului de testare.

**Résumé**

Pour la poursuite du comportement fonctionnel des soupapes de sureté testées sur les stands d'essai, on a projeté et réalisé à l'I.P.C.U.P.—Ploiești un complet d'appareils qui permet la mesurage, affichage numérique et l'enregistrement des pressions aux différents déplacements bien précisés des tiges des soupapes. Les systèmes qui sont en service depuis 1986 au complet de stands de l'IUP—TÎRGOVIȘTE et IAIFO—ZALĂU ont fait preuve de leur utilité, et par la dotation supplémentaire avec un système d'acquisition et évaluation numérique assistée par l'ordinateur a été possible l'automatisation du processus de l'essai.

**Abstract**

In order to follow the functional behaviour of safety valves tested upon test stands, at the I.P.C.U.P.—Ploiești a set of devices have been designed and produced, allowing the measurement, digital display and registration of well defined valve shaft displacements. Some systems in operation at IUP—TÎRGOVIȘTE and IAIFO—ZALĂU stand equipments since 1986 proved themselves useful and by additional equipping with a data acquisition and computer aided processing system made possible the automation of the testing process.

Pentru urmărirea comportării funcționale a supapelor de siguranță ce sînt testate pe standurile de încercări sînt necesare o serie de aparate care să permită măsurarea, afișarea și înregistrarea presiunilor la deplasări bine precizate ale tijei supapei (B : 1).

Verificarea intervalului de lucru al supapelor de siguranță apelează la următoarele mărimi :

— presiunea $P_1$ la deschiderea supapei pentru o cursă a tijei de 0,02 mm ;

— presiunea $P_2$ la deschiderea maximă a supapei, corespunzătoare capului de cursă, variabilă funcție de tipul supapei, între 2 mm și 40 mm ;

— presiunea $P_3$ la închiderea supapei, corespunzătoare unei curse a tijei de 0,02 mm ;

— contrapresiunea din conducta de refulare.

Realizarea aparaturii din completul de măsurare a fost concepută pornind de la următoarele ipoteze de lucru :

— supapele sînt supuse unor teste cu fluide sub presiuni ridicate și naturi diferite ca apă, aer și abur supaîncălzit (400—500°C) ;

* I.P.C.U.P. — Ploiești

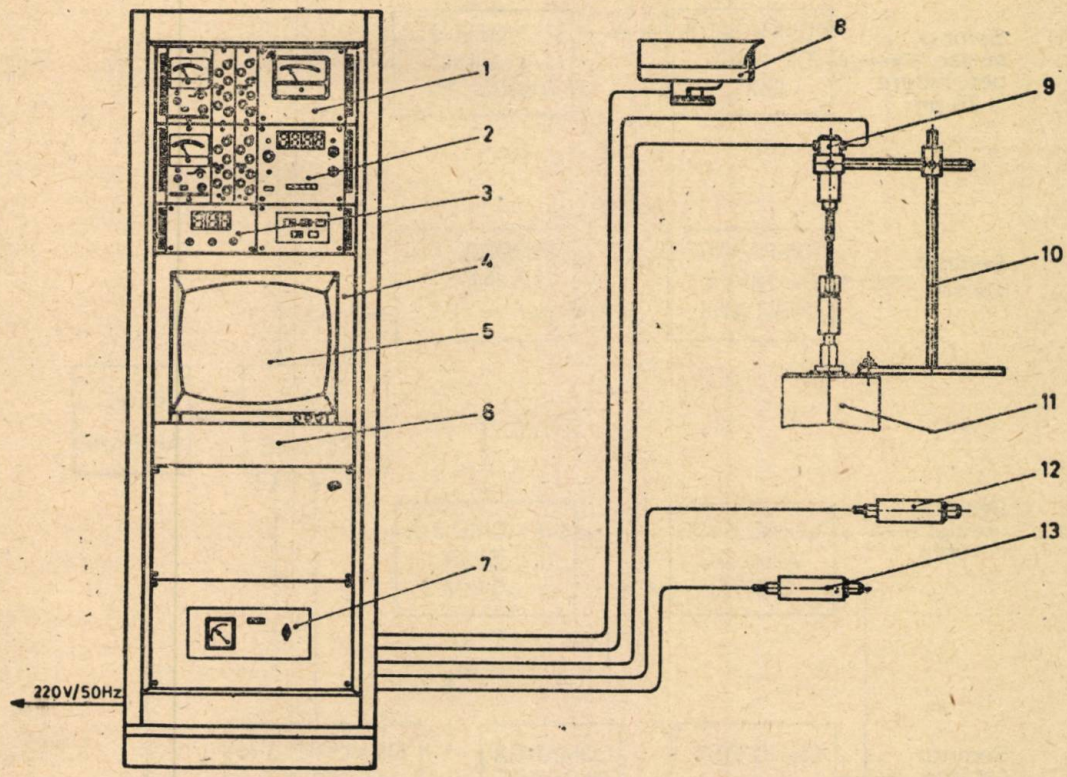



Fig. 1 Ansamblu de măsurare presiune și deplasare. Vedere generală

— supravegherea valorilor măsurate și comanda aparaturii se execută dintr-o incintă protejată la explozii, amplasată în vecinătatea posturilor de lucru, distanța de la traductoare la panourile de măsură variind între 25 și 50 m;

— în timpul probelor de deschidere a supapelor se produc vibrații puternice ce solicită intens traductoarele montate pe acestea;

— traductoarele și cablurile de interconectare trebuie executate într-o construcție care să le asigure funcționarea în condițiile unei umidități și temperaturi ridicate provocate de aburul supraîncălzit ce scapă în stand;

— timpii de răspuns ai aparaturii să permită înregistrarea unor fenomene rapid variabile cu front de creștere de ordinul milisecundelor;

— precizia cu care trebuie măsurați parametri funcționali ai supapelor supuse testelor să fie mai bună de 1%.

Pornind de la aceste considerente, în cadrul unor teme de cercetare inițiate de I.P.C.U.P. au fost realizate și montate la standurile de încercări funcționale ale supapelor de siguranță — Doicești și IAIFO Zalău, complete de măsurare avînd următoarea componență (fig. 1):

1. Panou sesizare și măsurare a deplasării tijelor supapelor.

2. Panou pentru măsurarea numerică și memorarea presiunilor $P_1$; $P_2$ și $P_3$.

3. Panou pentru măsurarea numerică a contrapresiunilor *CP*.

4. Panou de comandă a sistemului de televiziune în circuit închis compus din monitorul 5 și camera de luat vederi 8.

6. Panou de comutare a completului de măsurare la trei din cele cinci standuri de verificare a armăturilor.

7. Sursă de alimentare stabilizată pentru curent alternativ de 1 kVA tip I 4201.

9. Traductorul dublu diferențial tip IFCUP pentru sesizarea deschiderii supapei și măsurarea cursei tijei acesteia.

10. Suport pentru traductorul de deplasare.

11. Supapa de siguranță supusă testării.

12, 13. Traductoare tensometrice rezistive pentru măsurarea presiunilor și respectiv a contrapresiunilor.

14. Cablurile de legătură ce asigură transmiterea informațiilor din zona „caldă" a standurilor de probă la camera de comandă, măsurare și înregistrare.

De la ieșierea amplificatoarelor tensometrice ale blocurilor de măsurare a deplasărilor și presiunilor se dispune de tensiuni de c.c. 0...8 V ce pot fi înregistrate pe un inscriptor rapid multicanal sau pe un înregistrator în două coordonate, după cum urmează:

— semnal de tensiune proporțional cu presiunea de la amplificatorul tensometric corespunzător presiunii curente $P_1$;

— semnal de tensiune proporțional cu deplasarea tijei supapei.

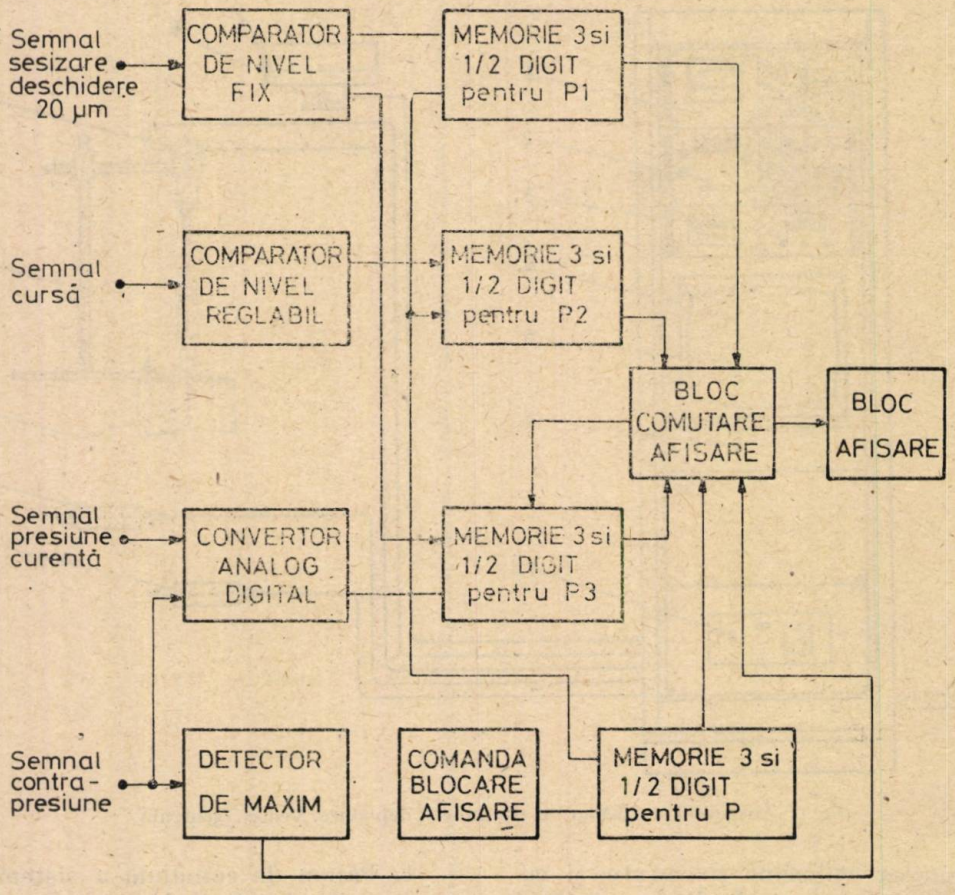



Fig. 2 Schema bloc a modulului de afișare.

Semnalul de la traductorul „Sesizare" după amplificare corespunzătoare pînă la tensiunea de 4V c.c. se aplică unui comparator de nivel cu prag fix, care furnizează la deschiderea supapei un impuls negativ al cărui front înscrie în memoria tampon valoarea presiunii $P_1$, iar la închiderea supapei acționează pe frontul pozitiv al impulsului de la ieșirea comparatorului înscrierea în memoria tampon $M_3$ valoarea corespunzătoare a presiunii $P_3$ (fig. 2).

Pentru evitarea erorilor de măsurare schema a fost realizată astfel încît comanda pentru memorarea valorii $P_3$ să nu fie validată decît după atingerea valorii $P_2$, adică supapa a făcut cursa maximă la deschidere.

Semnalul de la traductorul de cursă după amplificare se aplică unui comparator cu nivel reglabil care furnizează un front negativ de tensiune cînd tija supapei a efectuat cursa maximă și un front pozitiv cînd supapa începe să închidă.

Nivelul de tensiune cu care semnalul este comparat se poate regla dintr-un potențiometru montat pe taboul frontal, la semnalizarea unui bec de control ce marchează capătul de cursă al tijei supapei, moment ce corespunde cu comanda de memorare a valorii presiunii $P_2$.

Semnalul analog corespunzător presiunii măsurate după amplificare se aplică unui convertor analog-numeric dublă pantă, caracterizat prin performanțe ridicate în medii „ridicate".

Pentru măsurarea valorii $CP$ semnalul corespunzător de la traductorul de contrapresiune după amplificare se aplică unui detector de maxim realizat cu ajutorul unui circuit de eșantionare-reținere și un comparator, comandat de un oscilator propriu astfel:

— pe o perioadă dată de oscilator tensiunea de intrare se aplică prin intermediul unui comutator electronic cu FET unui condensator de memorare a valorii tensiunii de intrare;

— pe perioada următoare accesul tensiunii de intrare se blochează și tensiunea de pe condensator se aplică comparatorului prin intermediul unui separator. Pe cealaltă intrare a comparatorului se aplică tensiunea de intrare instantanee a contrapresiunii, la ieșire rezultînd o tensiune negativă cînd semnalul crește sau e staționar și tensiune pozitivă, cînd semnalul scade.

Pentru memorarea valorii $CP$ semnalul corespunzător se aplică intrării convertorului analog-digital, iar comanda transferului în memoria tampon $M$ 4 este dat de saltul pozitiv de ten-

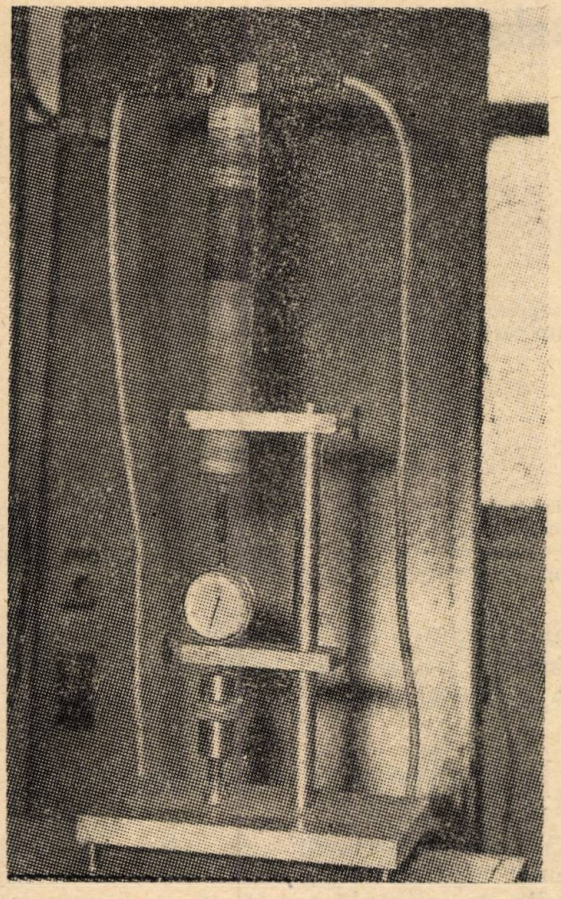


Fig. 3 Calibrare traductor

siune de la comparatorul detectorului de maxim.

Din cele de mai sus se vede că se dispune atît de posibilitatea memorării automate cu 3 și 1/2 digit a valorilor $P_1$; $P_2$; $P_3$ și $CP$, precum și măsurarea valorii instantanee a presiunii în orice moment al cursei supapei.

Pentru măsurarea deplasării se utilizează un traductor inductiv diferențial, dublu, de concepție proprie ce permite măsurarea simultană atît a deplasării tijei la o deschidere de 0,020 mm cît și a cursei totale a acesteia.

Pentru etalonare și verificarea periodică a traductorului de deplasare și sesizare, acesta este montat pe un suport special prevăzut cu un micrometru de interior și comparator cu diviziunea de 1 μm, clasa de precizie 1 (fig. 3).

Pentru măsurarea presiunilor se utilizează traductoare tensometrice inductive sau rezistive pentru intervalele: 0...2 MPa; 0...5 MPa; 0...10 MPa și 0...20 MPa împreună cu un modul de alimentare a semipunții de traductoare tip N 2322 și un amplificator tensometric tip N 2314 (produse de IEMI București).

## Concluzii

Completul de aparate realizat în cadrul I.P.C.U.P. a dovedit pe parcursul exploatării calități tehnice deosebite atît sub raportul performanțelor realizate cît și al indicatorilor de fiabilitate.

Deși puternic solicitate mecanic și termic, traductoarele au dovedit că corespund scopului.

Ansamblurile de măsurare pentru deplasare și presiune au fost prezentate la Inst. Național de Metrologie București, obținînd aprobarea de model, necesară omologării în faza unică a produselor prezentate.

În prezent aceste complete de măsurare dotate suplimentar cu un sistem de achiziție și prelucrare asistată de calculator, echipează standurile de încercări ale supapelor de siguranță de la IUP—Tîrgoviște și IAIFO—Zalău.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *S. Dumitrescu, M. Andreescu:* Studiu de cercetare privind completul de măsurare pentru standurile de încercări funcționale ale supapelor de siguranță. SC — 2455P, 1983, Arhiva I.P.C.U.P.

[2] * * *: Complet de aparate pentru măsurarea deplasărilor și presiunilor la standul de încercări Doicești. CARTE TEHNICĂ 1985 — I.P.C.U.P.

[3] *Bulucea C.* ș.a.: Circuite integrate lineare, Ed. Tehnică

[4] *Morris R. L.* ș.a: Proiectare cu circuite integrate TTL, Ed. Tehnică 1974..

# Metoda de precontrol a proceselor de fabricaţie

DORIN BÂGIU, NICOLAE BÂRSAN,
FLORIN GEORGESCU *, GH. VIOREL VODĂ **

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă o metodă originală de supraveghere a proceselor tehnologice, denumită de autori „metoda precontrolului" pentru care se imaginează o fişă de control şi un studiu de caz.

**Résumé**

L'ouvrage présente une methode originale de surveillance des processus technologiques denommee par les auteurs „la methode de precontrôle" pour laquelle on imagine une fiche-type et une étude de cas.

**Abstract**

The work presents an original method of supervising of technological processes termed by the authors as „the method of precontrol" for which a control card type and a case-study are imagined.

## 1. Introducere

Lucrarea de faţă îşi propune prezentarea metodei de precontrol a proceselor de fabricaţie, una din metodele cele mai simple şi, în acelaşi timp, utile pentru controlul calităţii la începutul unui proces de fabricaţie, respectiv realizarea unui lot de probă, un proces nou, începutul de schimb sau de lot, pornirea procesului de fabricaţie după reglaje sau reparaţii ale utilajelor ş.a.

În prezent, la începutul unui proces de fabricaţie se utilizează, în mod obişnuit, metoda „prima piesă la control", urmată de procedura de „autocontrol". În principal, prima metodă constă în executarea unei unităţi de produs şi verificarea acesteia. Dacă unitatea de produs este corespunzătoare pentru caracteristica de calitate verificată, respectiv se încadrează între limitele de toleranţă specificate, atunci procesul de fabricaţie se consideră pornit. În continuare se aplică procedura de autocontrol, care constă în verificarea de către operator a unităţilor de produs realizate. Deciziile care se adoptă se bazează pe compararea cu intervalul de toleranţă specificat, respectiv unităţile de produs care nu se încadrează între limitele prescrise sînt considerate defective, din care o parte pot fi remaniate.

Pentru unităţile de produs acceptate, situate între limitele de toleranţă, nu se ţine cont de variabilitatea procesului de fabricaţie, de tendinţa de deplasare a acestuia sau de apariţia unor factori perturbatori, deciziile fiind adoptate în mod empiric, pe baza experienţei sau îndemînării operatorului respectiv.

Spre deosebire de acest mod de lucru, metoda de precontrol furnizează informaţiile necesare adoptării deciziilor care să permită atingerea cît mai rapidă a stării de control, încă de la începutul procesului de fabricaţie.

## 2. Principiul metodei de precontrol

Metoda de precontrol se aplică, în general, pentru caracteristicile de calitate care au două limite de toleranţă specificate, respectiv inferioară şi superioară.

Plecînd de la cerinţa minimă impusă unui proces de fabricaţie, respectiv indici de capabilitate $C_p = 1$ şi $C_{pk} = 1$ aceasta înseamnă că intervalul natural de toleranţă ($INT$) şi intervalul de toleranţă specificat ($ITS$) coincid.

Considerînd situaţia redată în fig. 1, corespunzătoare unui proces de fabricaţie stabilizat şi centrat, deci capabil, se pot calcula limitele de precontrol, astfel :

— se împarte intervalul de toleranţă specificat ($ITS$), în 4 părţi ;

— se reprezintă limita de precontrol inferioară ($LPCI$) la 1/4 din $ITS$ şi limita de precontrol superioară ($LPCS$) la 3/4 din $ITS$ (fig. 1).

Pentru un proces capabil 86% din unităţile de produs se vor situa între limitele de precontrol, 7% vor fi pînă la $LPCI$, iar 7% peste $LPCS$.

Probabilitatea ca o unitate de produs să se situeze în sfera limitelor de precontrol este $P_1 = 1/14$.

Probabilitatea ca două unităţi de produs realizate succesiv să se situeze în afara limitelor de precontrol este $P_2 = (1/14) \cdot (1/14) = 1/196$. Aceasta înseamnă că la circa 200 de unităţi de produs realizate, numai o singură dată se obţin două unităţi de produs succesive în afara limitelor de precontrol.

* Întreprinderea de Autocamioane Braşov
** Centrul de Statistică Matematică, INM — Bucureşti

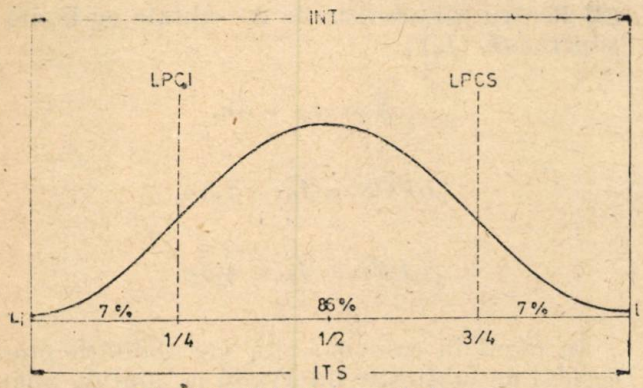



Fig. 1 Limitele de precontrol

Calculînd probabilitatea evenimentului contrar se obține $\bar{P}_2 = 1 - 1/196 = 195/196$. Rezultă că atunci cînd se obțin două unități de produs, realizate succesiv, în afara limitelor de precontrol, cu o probabilitate foarte mare (195/196 = 0,9949) procesul nu este capabil, respectiv are o variabilitate prea mare sau nu este centrat.

Din cele arătate pînă aici reiese că metoda de precontrol furnizează o informație deosebit de consistentă asupra stării procesului. Cu toate că cele două unități de produs nu sînt defective, este necesară oprirea procesului de fabricație și aplicarea acțiunilor corective pentru reducerea variabilității sau pentru centrarea acestuia.

Metoda de precontrol se aplică în următoarele etape :

1) Se stabilesc limitele de precontrol.

2) Se realizează prima unitate de produs.

Dacă unitatea de produs verificată este în afara limitelor specificate, procesul de fabricație este oprit și se aplică acțiunile corective corespunzătoare.

3) Dacă prima unitate de produs realizată se încadrează între limitele specificate, dar este în afara unei limite de precontrol, se realizează și se verifică următoarea unitate de produs.

4) Dacă și următoarea unitate de produs este în afara aceleiași limite de precontrol, procesul de fabricație este oprit și se aplică acțiunile corective corespunzătoare pentru centrarea procesului.

5) Dacă următoarea unitate de produs se situează în limitele de precontrol, procesul de fabricație se continuă și se oprește numai atunci cînd două unități de produs realizate succesiv sînt în afara limitelor de precontrol.

6) Dacă două unități de produs realizate succesiv sînt una în afara limitei inferioare de precontrol și una în afara limitei superioare de precontrol, procesul de fabricație este oprit și se aplică acțiunile corective pentru reducerea variabilității.

7) Cînd cinci unități de produs realizate succesiv se află între limitele de precontrol, se trece la sistemul de control prevăzut în documentația tehnologică.

8) Orice oprire a procesul de fabricație, cu sau fără aplicarea unor acțiuni corective , implică reluarea metodei de precontrol.

### 3. Fișa de precontrol

Pentru aplicarea metodei de precontrol se utilizează fișa de precontrol, redată în fig. 2.

Fișa de precontrol este un instrument grafic util pentru culegerea informațiilor referitoare la

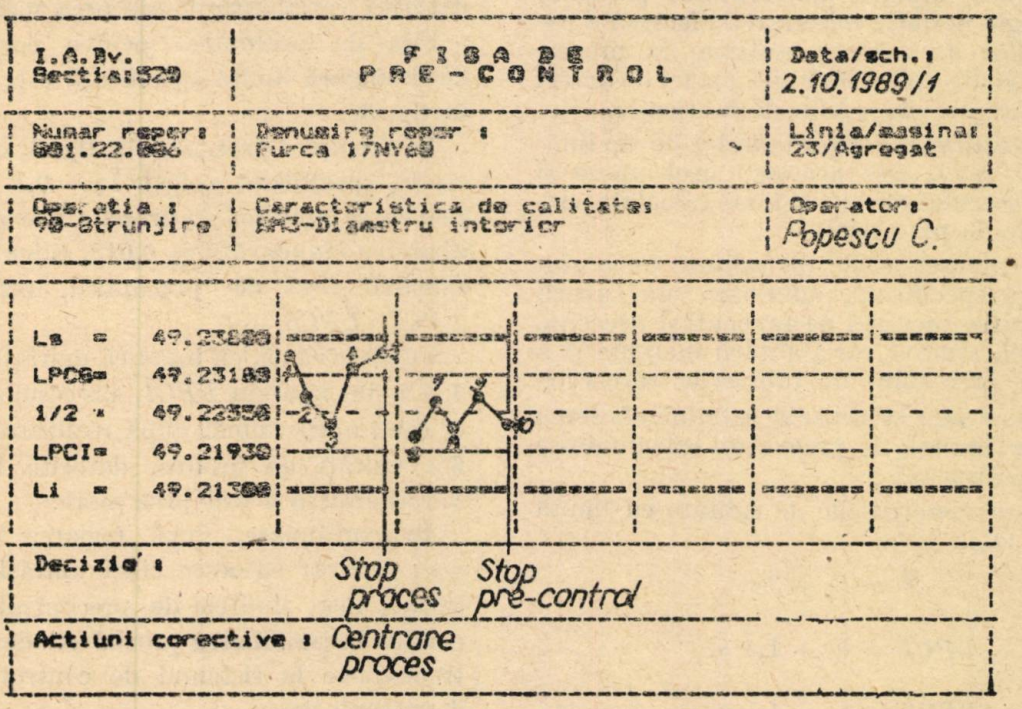



Fig. 2 Fișa de precontrol

pornirea procesului de fabricație, precum și pentru înregistrarea deciziilor adoptate și acțiunilor corective aplicate.

În prima parte a fișei sînt înscrise elementele de identificare a procesului de fabricație pentru caracteristica de calitate care se realizează.

În continuare, fișa conține reprezentarea grafică a limitelor specificate și a celor de precontrol. Cu aceste elemente completate, fișa este transmisă operatorului, care reprezintă zonele în care se situează unitățile de produs realizate, consemnează deciziile adoptate și acțiunile corective aplicate în proces.

În exemplul din fig. 2, după primele patru unități de produs nu se poate lua încă nici o decizie. Realizîndu-se și a cincea unitate de produs, au rezultat două unități de produs realizate succesiv care s-au situat peste *LPCS*, deci procesul a fost oprit, adoptîndu-se o acțiune corectivă de centrare.

Următoarele cinci unități de produs situîndu-se între limitele de precontrol, acțiunea corectivă de centrare a fost confirmată, putîndu-se considera procesul de fabricație pornit.

În continuare s-a trecut la sistemul de control prevăzut în tehnologie, respectiv fișa de control $\bar{X}$, $R$ cu o frecvență de verificare de 5 unități de produs la fiecare 50.

## 4. Domeniul de aplicabilitate

Metoda de precontrol se aplică, în general, caracteristicilor de calitate cu două limite specificate. Dacă mijlocul de verificare prevăzut în tehnologie permite măsurarea efectivă a caracteristicilor de calitate realizate în proces, metoda se poate aplica fără nici un fel de dotări suplimentare ale procesului de fabricație.

În cazul utilizării verificatoarelor de tip limitativ ($T - NT$), este necesară proiectarea și dotarea procesului cu verificatoare calculate pentru limitele de precontrol.

Pentru caracteristicile de calitate cu o singură limită specificată, inferioară sau superioară, aplicarea metodei de precontrol necesită, în prealabil, studiul variabilității inerente și a stabilității procesului de fabricație respectiv.

În urma acestor studii se determină abaterea standard $\sigma$, limitele de precontrol calculîndu-se după cum urmează:

(1) Pentru caracteristicile de calitate cu limită inferioară ($L_i$):

$$\bar{X} = L_i + 3\sigma.$$

$$LPCI = L_i + 1{,}5\ \sigma.$$

$$LPCS = L_i + 4{,}5\ \sigma.$$

(2) Pentru caracteristicile de calitate cu limită superioară ($L_s$):

$$\bar{X} = L_s - 3\sigma.$$

$$LPCS = L_s - 1{,}5\sigma.$$

$$LPCI = L_s - 4{,}5\sigma.$$

În cazul în care datorită variabilității procesului de fabricație intervalul natural de toleranță ($INT = 6\sigma$) este mai mare decît intervalul $[0, L_s]$, atunci se impune estimarea abaterii standard prin $\sigma = L_s/6$.

Etapele de aplicare a metodei de precontrol sînt cele prezentate în paragraful 2, cu restricția că procesul nu trebuie oprit atunci cînd două unități de produs succesive sînt situate în afara *LPCS* la caracteristicile cu limită specificată inferioară, respectiv în afara *LPCI* la caracteristicile cu limită specificată superioară.

Procesul de fabricație se consideră pornit atunci cînd cinci unități de produs realizate succesiv sînt mai mari decît *LPCI* pentru caracteristici de calitate cu limită inferioară specificată, respectiv mai mici decît *LPCS* pentru caracteristici de calitate cu limită superioară specificată.

Se menține totodată condiția ca atunci cînd din două unități de produs realizate succesiv, una este în afara *LPCI* iar cealaltă în afara *LPCS*, invers, procesul de fabricație să fie oprit datorită variabilității sale prea mari.

Fișa de precontrol pentru caracteristicile cu o singură limită specificată este prezentată în fig. 3.

În exemplul prezentat în fig. 3, limita superioară specificată a fost $L_s = 0{,}1$ mm. După realizarea unui lot de probă a fost determinată abaterea standard $\pi = 0{,}018$, calculîndu-se parametrii fișei de precontrol, respectiv, $\bar{X}$, *LPCI*, *LPCS*.

Se observă că, cu toate că unitățile de produs 4 și 5 sînt în afara *LPCI*, procesul a continuat, el fiind oprit numai după realizarea celei de-a 6-a unități de produs, datorită faptului că variabilitatea a fost prea mare.

În continuare, după reglarea agregatului, s-au realizat succesiv cinci unități de produs situate între limitele de precontrol, ceea ce a condus la terminarea procedurii de precontrol, trecîndu-se la sistemul de control stabilit în documentație.

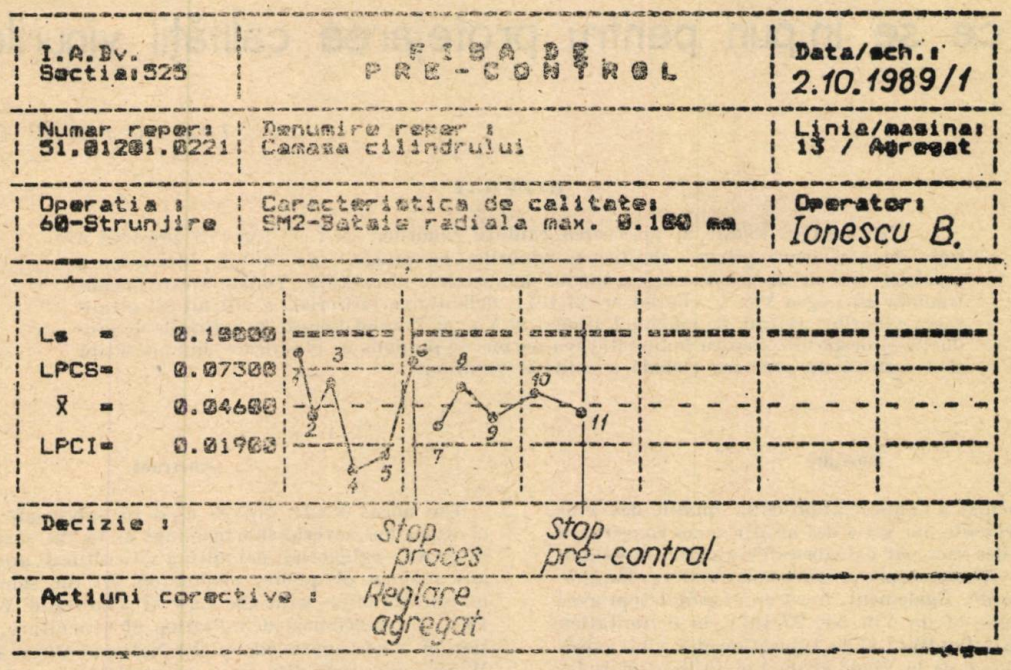



Fig. 3 Fișa de precontrol pentru caracteristici cu o singură limită specificată

## 5. Concluzii

Metoda de precontrol este deosebit de simplă și eficientă permițînd atingerea rapidă a stării de control pentru procesele de fabricație.

Cu toate că nu implică calcule complicate, informațiile furnizate permit adoptarea imediată a deciziilor asupra procesului, preîntîmpinînd producerea unor unități de produs defective.

Aceste avantaje o recomandă ca una din metodele de bază în proiectarea, instalarea și menținerea sistemelor de control al calității proceselor de fabricație.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Juran J. M., Gryna F. M. :* Quality Control Handbook, Mc. Graw-Hill, 1974.

[2] *Juran J. M., Gryna F. M. :* Quality Planning and Analysis, Mc. Graw-Hill, 1978.

[3] *Feigenbaum A. V. :* Total Quality Control, Mc. Graw-Hill, 1961.

[4] *Ott E. R. :* Proces Quality Control, Mc. Graw-Hill, 1975.

[5] *Shainin D. :* Controlul calității în Maynard H. B. — Manual de inginerie industrială, vol. II, Ed. Tehnică 1976.

[6] *Shainin D. :* How to improve upon the benefits of the good old $\bar{X}$ and R Charts. Proceedings of the World Quality Congres-Brighton, England 1984.

[7] *Karpouzis P. D. :* A Quality Effort Pays Off, în Quality Progress nr. 11, 1968.

# Măsuri ce se impun pentru protejarea calităţii vinurilor

TRAIAN PETRU CLONDA *

**REZUMAT**

Normativul folosit la aprecierea calităţii vinurilor N.I.D. 108—70 prezintă o serie de neajunsuri privind clasificarea vinurilor pe categorii de calitate, delimitarea arealelor viticole de provenienţă şi modul de apreciere al calităţii. Totodată este în contradicţie cu Legea Viei şi Vinului nr. 21/1971, delimitarea teritorială a viticulturii şi tipizarea vinurilor avizate de Oficiul Naţional al Viei şi Vinului folosite în unităţile de producţie şi desfacere. Pentru îmbunătăţirea normei se propune o clasificare îmbunătăţită şi o metodă de estimare globală a calităţii vinurilor.

**Résumé**

Le normatif utilisé à l'appréciation de la qualité des vins N.I.D. 108-70 présente une série des insuffisances concernant la classification des vins par catégories de qualité, la délimitation des zones viticoles de provenance et la manière d'appréciation de la qualité. Également, il est en contradiction avec la Loi de la Vigne et du Vin Nr. 27/1971, la délimitation territoriale de la viticulture et la typisation des vins avisés par l'Office National de la Vigne et du Vin utilisée dans les unités de production et de vente. Pour améliorer la norme on propose une classification abonnie et une méthode d'estmation globale de la qualité des vins.

**Abstract**

The norm N.I.D. 108-70 used to appreciate the quality of wines has several shortcomings as to the sorting of wines in quality categories, delimiting viticultural areals of origin, and manner of quality evaluation. At the same time it is in contradiction with the Law of Vines and Wines nr. 21/1971, the territorial delimitation of viticulture, and typization of wines approved by the National Office of Vines and Wines, and currently used in production and sales units. In order of norm improvement an enhanced classification procedure and a global wine quality determination method are proposed.

Normativul folosit în ţara noastră pentru aprecierea calităţii vinurilor N.I.D. 108—70 prezintă o serie de neajunsuri ce impun, ca o necesitate, o serie de îmbunătăţiri urgente în vederea protejării consumatorilor cît şi a producătorilor onești.

Prima modificare trebuie să aibe loc privind clasificarea vinurilor, care în prezent cuprinde trei categorii : curente de masă, cu denumirea podgoriei de provenienţă şi cu denumirea podgoriei de provenienţă şi a soiului de provenienţă, în contradicţie cu Legea Viei şi Vinului nr. 21 din anul 1971, ce prevede patru categorii : de consum curent (VCC), de calitate superioară (VS), de calitate superioară cu denumire de origine (VSO) şi de calitate superioară cu denumire de origine şi trepte de calitate (VSOC).

Corelaţia calitate-preţ, importantă din punct de vedere economic, nu este asigurată corespunzător de normă deoarece denumirea şi delimitarea arealelor viticole cît şi al soiurilor este în prezent depăşită, ca urmare a avizării de către Oficiul Naţional al Viei şi Vinului şi comunicării la unităţile de producţie şi desfacere în vederea aplicării a delimitării teritoriale a viticulturii din anul 1978 şi tipizarea vinurilor din România din anul 1984 întocmite la Institutul de Cercetări Viti-Vinicole Valea Călugărească.

În privinţa modului de apreciere al calităţii vinurilor, o lipsă importantă a normei este că nu asigură o apreciere globală. Astfel, vinuri foarte bune, avînd abateri foarte mici la o caracteristică (exemplu 0,1% volum alcool) uneori nesemnificativă asupra calităţii de ansamblu, trebuiesc considerate necorespunzătoare şi refuzate de la acceptare din lipsă de temei legal.

Pentru înlăturarea neajunsurilor existente în N.I.D. 108—70 şi protejarea calităţii vinurilor, mai ales în condiţiile trecerii la o economie de piaţă, se propune o clasificare (tabelul 1) corelată cu legislaţia, lucrările de delimitare teritorială, tipizare şi lista de preţuri în vigoare, cît şi un mod de apreciere globală a calităţii cum se procedează în ultimii ani în multe ţări.

Prin introducerea metodei de apreciere complexă, cu cuantificarea calităţii şi exprimarea ei, sub forma unui indice global adimensional, determinat de o serie de indicatori parţiali, calculaţi, pe baza contribuţiei fiecăruia la formarea calităţii, se va realiza o definire mai obiectivă şi pe nivele a calităţii vinurilor.

Pentru estimarea globală a calităţii vinurilor se propune a se folosi patru grupe de indicatori, valoarea maximă a indicatorului de calitate fiind egală cu cifra 4 calculată cu formula :

$$ICC = \sum_{i=1}^{n} IPC_i$$

* Inspectoratul Judeţean Dolj pentru Controlul Calităţii şi al Serviciilor

în care :

$ICC$ indicele complex de calitate al vinului

$IPC$ indice parțial de calitate sau grupa de indicatori

$n$ numărul indicatorilor parțiali

Grupele de indicatori propuse sînt :

$IPC_1$ însușirile organoleptice

$IPC_2$ compoziția chimică :
— conținutul în alcool
— conținutul în extract sec

$IPC_3$ volumul

$IPC_4$ ambalarea și marcarea

*Tabelul 1*

CLASIFICAREA PROPUSĂ PENTRU VINURILE DESTINATE CONSUMULUI LA FONDUL PIEȚII

| Categoriile de calitate | Clasa de calitate și codul | Alcool dobîndit % vol. minimum | Echivalentul în N.I.D. 108—70 | Materie primă strugure | Locul de obținere | Tipurile de vin (se înscrie pe etichete) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| I. Vinuri de calitate superioară cu denumire de origine și trepte de calitate VSOC | VSOC III cules tîrziu<br>VSOC II cules selecționat<br>VSOC I la stafidire | 11,5 | Vin soiuri pure (din podgorii nominalizate) | Soiuri pure | Areal delimitat (conf. IVV Vl. Călug.)<br>— Podgorie sau<br>— Centru viticol | În funcție de podgorie, centru viticol, soi, culoare albă, roze sau roșie) și anul recoltă. |
| II. Vinuri de calitate superioară cu denumire origine VSO | VSO sec<br>VSO demisec<br>VSO demidulce<br>VSO dulce | 11 | | Soiuri pure minim 85 % | | |
| III Vinuri de calitate superioară VS | VSR (vin superior regiune) | 10,5 | Vin regiune superior | Amestec soiuri sau soi pure minim 60 % | — Regiune viticolă | În funcție de regiunea viticolă soiul dacă este peste 60 %, culoarea (alb, roze sau roșu) și anul recoltei |
| | VSSP (vin superior soi pur) | 11 | Vin soiuri pure (din podgorii nenominalizate) | Soiuri pure minim 85 % | Areal fără delimitare | În funcție de doi, culoare (alb, roze sau roșu) și anul recoltei |
| | VS (vin superior) | 10,5 | Vin sortiment | Amestec soiuri sau soi pur minim 60 % | Areal delimitat<br>— Regiune viticolă | În funcție de culoare (alb, roze sau roșu), anul recoltă și soiul dacă este pur peste 60 % |
| IV. Vinuri de consum curent VCC | VCCR vin consum curent regiune) | 10 | Vin regiune | Amestec soiuri | | În funcție de regiunea viticolă, culoare (albă, roze sau roșu). |
| | VCCS (vin consum curent superior) | 9,5 | Vin masă superior | | Areal fără delimitare | În funcție de culoare (alb, roze sau roșu) |
| | VCC (vin consum curent) | 9 | Vin masă | Amestec soiuri inclusiv hibrizi | | |

*Tabelul 2*

| Caracteristici de calitate | Valoarea parametrilor | Exprimarea cifrică a calității |
|---|---|---|
| $IPC_1$ Însușirile organoleptice (prin degustare metoda cu 20 puncte) | sub 14 puncte (necorespunzător) | 0 |
| | 14...14,50 (corespunzător) | 0,25 |
| | 14,51...16 (aproape bun) | 0,50 |
| | 16,01...17,50 (bun) | 0,75 |
| | peste 17,51 (foarte bun) | 1 |
| $IPC_2$ Compoziția chimică — conținutul în alcool | abatere peste 0,5% (necorespunzător) | 0 |
| | abatere sub 0,5% (corespunzător) | 0,15 |
| | nu este abatere în sens negativ | 0,3 |
| — conținutul în extract sec | vin alb și roze sub 16 g/l (necorespunzător) | 0 |
| | vin roșu sub 18 g/l (necorespunzător) | 0 |
| | vin alb și roze 16...18 g/l (corespunzător) | 0,35 |
| | vin roșu 18...20 g/l (corespunzător) | 0,3 |
| | vin alb și roze peste 18 g/l | 0,7 |
| | vin roșu peste 20 g/l | 0,7 |
| $ICP_3$ Volumul | abatere de la prevedere 2% peste | 0 |
| | abatere între 1...2% (corespunzător) | 0,5 |
| | nu este abatere în sens negativ | 1 |
| $IPC_4$ Ambalarea-marcarea | cu defecte la peste 20% (necorespunzător) | 0 |
| | între 10...20% cu defecte (corespunzător) | 0,25 |
| | între 10...5% cu defecte | 0,50 |
| | între 5...2% cu defecte | 0,75 |
| | sub 2% cu defecte | 1 |

Propunerea privind exprimarea numerică a parametrilor obținuți la control este prezentată în tabelul 2.

Calculul indicelui complex de calitate (ICC) al vinului se face prin însumarea indicilor parțiali de calitate (IPC). Dacă exprimarea numerică a unei însușiri parțiale este zero atunci și indicatorul complex este de asemenea zero. În cazurile cînd suma are exprimare numerică, interpretarea indicelui complex se face astfel:

| Suma exprimărilor valorice (ICC) | Aprecierea globală a calității vinului pe nivele cu calificative |
|---|---|
| peste 3,75 | Calitate foarte bună |
| 3,75 ... 3,01 | Calitate bună |
| 3,00...2,51 | Calitate aproape bună |
| 2,50...2,00 | Corespunzător calitativ |
| sub 2,0 | Necorespunzător calitativ |

Îmbunătățirile propuse pot contribui la o mai bună cuantificare a calității vinurilor, problemă de seamă cu care se confruntă teoria și practica oenologică din țara noastră.

* * *

OFICIUL DE STAT PENTRU CALITATE va propune Institutului Român de Standardizare să prevadă în programul pe 1991 standardizarea unei metode de evaluare a vinurilor.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Peynoud, E.* Le gout du vin, Ed. Dunod, Paris, 1983
[2] *Roman, I.*, Controlul calității produselor, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1988
[3] *Segal, R.*, Analiza senzorială a produselor alimentare, Ed. Tehnică, București, 1982
[4] *Szilagyi, I.* Leenouvel indicateur de la qualite des produits oenologiques, Rev. Borgazdasag nr. 3 Budapesta, 1972
[5] * * * Norma Internă 108-70 pentru produsul vin.

# Sisteme numerice de conducere cu performanţe degradate la defecte

*NITU COSTICĂ**

**REZUMAT**

Sînt prezentate modulele de proiectare a sistemelor numerice de conducere cu performanţe degradate la defecte. Se descriu exemple de utilizare a acestora.

**Résumé**

On présente des modules de projection des systèmes numériques de direction avec performances dégradées aux défauts. On donne examples de leur utilisation.

**Abstract**

The design modules of failure depreciated performance numerical direction systems are presented. Examples of their use are given.

Sistemele de conducere cu performanţe degradate la apariţia defectelor, numite şi sisteme tolerante parţial, au o funcţionare cu parametri şi caracteristici variabile în timp. Prin aceste metode se asigură funcţionarea unui echipament în cazul apariţiei unor defecte, însă cu performanţe modificate, dar acceptabile din punct de vedere al conducerii procesului. Astfel, performanţele sistemelor de conducere care se pot modifica la apariţia unui defect sînt :

— perioada de eşantionare, adică durata ciclului de calcul şi de comandă a regulatorului numeric. La apariţia unor defecte de funcţionare, prin metoda adoptată de menţinere în funcţiune a echipamentului, se poate mări perioada de eşantionare, ceea ce influenţează negativ performanţele tranzitorii ale sistemelor de reglare în care sînt, de exemplu, folosite regulatoarele numerice, rezultînd un suprareglaj şi un timp tranzitoriu mai mari ;

— parametrii procesului tranzitoriu ai sistemelor de reglare. La apariţia unor defecte de funcţionare, datorită metodei adoptate de menţinere în funcţiune a echipamentului se pot influenţa direct performanţele sistemelor de reglare în care este folosit echipamentul defectat, rezultînd sisteme cu oscilaţii standard ale mărimilor reglate ;

— viteza de măsurare a unor parametri tehnologici. La apariţia unor defecte de funcţionare, de exemplu a unui sistem de achiziţie de date, prin metoda adoptată de menţinere în funcţiune a acestuia, se poate pierde o cantitate de informaţie privind viteza de variaţie în timp a unor parametri tehnologici.

Pentru proiectarea unor sisteme de conducere cu microprocesoare care să aibe o funcţionare cu performanţe degradate la apariţia defectelor se pot folosi următoarele metode :

*a*) Metoda introducerii unor magistrale suplimentare între echipamente sau blocuri cu funcţii similare.

*b*) Metoda interconexiunilor între blocuri cu funcţii vitale.

*c*) Metoda algoritmilor cu structură variabilă.

*d*) Metoda interconexiunii hard-soft.

Aceste metode diferă prin strategia adoptată pentru evitarea unor efecte nedorite, cauzate de apariţia unor defecţiuni în echipamentele unui sistem de conducere.

## 1. Metoda introducerii unor magistrale suplimentare

Prin această metodă între două echipamente (sau blocuri) similare se introduc magistrale suplimentare prin care echipamentul rămas în funcţiune preia funcţiile echipamentului defect. Scopul unei magistrale suplimentare este de a permite izolarea şi preluarea funcţiilor părţii defecte. Ca exemplu de utilizare a metodei de asigurare a fiabilităţii pe baza unei magistrale suplimentare se va descrie un sistem de achiziţie de date utilizat într-un regulator numeric sau separat ca unitate de achiziţie şi transmitere de date (UATD) într-un sistem de conducere.

În figura 1 este prezentată schema unui sistem de achiziţie de date cu performanţe degradate, folosind metoda magistralei suplimentare

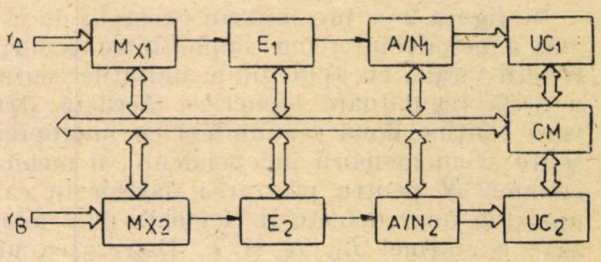



Fig. 1. Structură de sistem de achiziţie de date.

* Institutul Politehnic Bucureşti

Grupele de intrări analogice $Y_A$, $Y_B$ sînt aplicate la multiplexoarele $M_{x1}$, $M_{x2}$, a căror ieşiri sînt transmise la elementele de extrapolare $E_1$ şi $E_2$ de la intrarea convertoarelor analog-numerice $A/N$. În condiţii normale de funcţionare fiecare unitate centrală cu microprocesor $U_C$ execută colectarea şi prelucrarea primară a datelor pe un singur canal de intrare $A$ sau $B$. Dacă la o unitate centrală, prin program sau de către un element specializat de testare, se depistează, de exemplu, apariţia unui defect în convertorul analog-numeric propriu, atunci prin intermediul unui port cuplor de magistrale $CM$, transmite celeilalte unităţi centrale cererea ca aceasta să execute conversia de date pe ambele canale. Transferul de date între unităţile centrale pentru memorare şi prelucrarea primară a datelor se face prin intermediul unui port de comunicaţie în paralel.

Sistemele de măsurare cu microprocesor se folosesc în sistemele distribuite de conducere în care regulatoarele numerice sînt realizate cu mai multe microprocesoare, avînd deci o structură multiprocesor. Sistemul prezentat de colectare a datelor are avantajul că în cazul apariţiei unui defect în operaţiile de conversie nu se înlocuieşte întreaga structură a regulatorului numeric cu microprocesoare. Această metodă are avantajul că duce la creşterea perioadei ciclului de măsurare la apariţia unor defecte, ceea ce este însă admisibilă în majoritatea proceselor lente. Perioada de eşantionare în măsurarea parametrilor tehnologici în cazul regulatoarelor numerice este aleasă suficient de mică şi dublarea acesteia în cazul apariţiei unor defecte modifică într-un grad acceptabil performanţele sistemului.

## 2. Metoda interconexiunilor între blocuri cu funcţii vitale

În sistemele de conducere toate echipamentele au funcţii strict delimitate şi prin interdependenţa între acestea se obţin algoritmi de conducere, respectiv de optimizare a proceselor. Prin metoda interconexiunilor între blocuri cu funcţii vitale se urmăreşte ca unităţile centrale cu microprocesoare, de exemplu a regulatoarelor numerice, să fie interconectate astfel încît la defectarea uneia dintre acestea, cealaltă să preia şi funcţiile unităţii ieşite din funcţiune.

În figura 2 se prezintă un exemplu de utilizare a metodei interconexiunilor între blocuri cu funcţii vitale, cu aplicaţie la unităţile centrale a două regulatoare numerice. Această structură conţine două semiunităţi cu microprocesoare şi cu memorii independente, o memorie comună $M$ pentru păstrarea datelor în cazul apariţiei unor defecte şi elemente de semnalizare a alarmei $L_1$, $L_2$ şi $L$. Defectarea unui element dintr-o semiunitate este sesizată de către un element logic de testare $L_1$ sau $L_2$, care comandă chei de comutaţie pentru izolarea părţii defecte. Elementul logic de testare $L$ poate conţine un microprocesor prevăzut cu

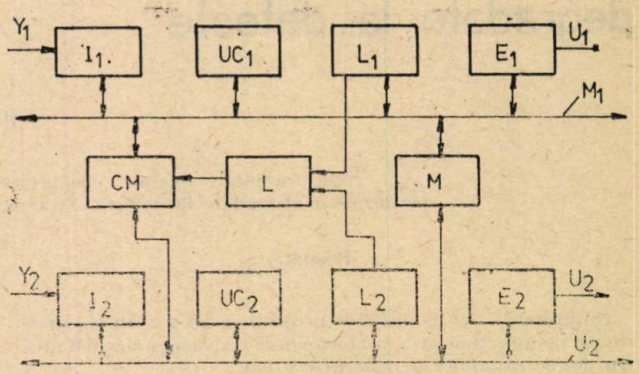



Fig. 2. Structură de regulator numeric multicanal.

programe proprii pentru testarea elementelor componente, pentru localizarea defectului intervenit şi pentru comanda cuploarelor de magistrală.

În unele regulatoare numerice blocurile de comandă a elementelor de execuţie $E_1$, $E_2$ şi de măsurare a semnalelor din proces $I_1$, $I_2$ pot conţine un microprocesor propriu avînd funcţiile de conversie, prelucrare preliminară a datelor şi de stocare a acestora. În aceste regulatoare funcţiile elementelor logice $L_1$, $L_2$ pot fi preluate de către microprocesorul din blocul de intrare. Deoarece funcţiile de depistare a defectelor care intervin în structura unui regulator, sînt puternic corelate, este necesară o repartizare raţională a acestora între elementele specializate pentru testarea şi localizarea defectelor. Prin această metodă se poate obţine de exemplu o structură cu regulatoare numerice monocanal, la care, în cazul apariţiei unor defecte pe un canal de reglare, celălalt regulator preia toate funcţiile regulatorului defect. Astfel, elementele logice de testare $L_1$ şi $L_2$, dacă sesizează apariţia unor defecte într-un regulator, atunci elementul de decizie $L$ comandă executarea operaţiilor pentru calculul valorii numerice a comenzii, precum şi operaţiile de conversie analog-numerică şi numeric-analogică de către celălalt regulator.

Preluarea funcţiilor unei unităţi centrale a unui regulator numeric defectat de către unitatea centrală a altui regulator numeric duce cel mult la dublarea timpului de calcul $T$ pentru ciclul de măsurare şi elaborare a comenzilor numerice. Creşterea duratei ciclului de măsurare şi comandă pe un canal de reglare duce la modificarea neesenţială, deci acceptabilă, a performanţelor sistemului de reglare automată [1,2]. Această metodă este relativ simplă şi adoptarea unor structuri care să permită funcţionarea sistemelor cu regulatoare numerice monocanal în cazul apariţiei unor

defecte va contribui la extinderea utilizării tehnicii de calcul cu microprocesoare în conducerea proceselor.

### 3. Metoda algoritmilor cu structură variabilă

În sistemele de reglare se folosesc algoritmi de conducere proiectați în funcție de procesul tehnologic. Deoarece un regulator numeric are multiple posibilități de a transmite comenzi analogice și logice, pentru anumite elemente de execuție este posibil să se utilizeze, în condiții normale de funcționare, o comandă continuă, iar în cazul apariției unor defecte să se folosească o comandă bipoziționalã. Pentru realizarea acestei adaptării a sistemului de conducere este necesară utilizarea unor algoritmi de conducere cu structură variabilă.

Pentru reducerea timpului de calcul necesar la obținerea valorii numerice a mărimii de comandă, structura programului trebuie să conțină o serie de module program de bază, care sînt comutate în funcție de starea sistemului de reglare. Pentru simplificare, funcțiile modulelor program se vor nota prin $u_{PI}(nT)$; $u_{PD}(nT)$, ceea ce reflectă componentele legii de reglare utilizate în calculul mărimii de comandă și prin $u_B(nT)$ comanda bipoziționalã. Calculul componentelor legii de reglare se face după ecuații în diferențe finite, obținute prin metoda discretizării. Comutarea legilor de reglare se poate face atît prin program (software), cît și structural (hardware), ceea ce rezultă din condiția ca sistemul de conducere să asigure funcționarea în cazul apariției unor defecte.

În cazul funcționării corecte a regulatorului numeric, calculul mărimii de comandă se efectuează după două sau mai multe module program, care sînt selectate după un algoritm de comutare în spațiul stărilor definit de funcția $\varphi(\varepsilon_n, \varepsilon_{n-1})$. Prin utilizarea acestui algoritm cu structură variabilă se obțin performanțele impuse. De exemplu pentru mașinile tipografice, din cercetările teoretice și experimentale a rezultat că se obțin performanțe acceptabile prin utilizarea a două module program, care sînt comutate după o curbă în planul fazelor, obținîndu-se algoritmul de conducere :

$$u_A(nT) = \begin{cases} u_{PD}(nT) \text{ pentru } \varphi(\varepsilon_n, \varepsilon_{n-1}) < 0 \\ u_{PI}(nT) \text{ pentru } \varphi(\varepsilon_n, \varepsilon_{n-1}) > 0 \end{cases}$$

unde $\varepsilon_n$ și $\varepsilon_{n-1}$ sînt valorile erorii de reglare la momentele de timp $nT$ și $(n-1)T$.

În cazul apariției unor defecte, depistate prin programe de autotestare sau prin calculul unei funcții de testare $f(nT)$, este necesar să se modifice algoritmul de conducere, executîndu-se comutări de module program sau să se modifice structura regulatorului numeric. În cazul general, se pot alege funcții de testare $f(nT)$ care să reflecte mai multe situații posibile în defectarea regulatorului numeric și în raport cu care se pot efectua diferite comutări ale modulelor program astfel încît să se izoleze partea defectată a regulatorului numeric.

Pentru cazul analizat al unui regulator numeric pentru mașini tipografice, din cercetări experimentale a rezultat că poate fi aleasă o funcție de stare $f(nT)$ cu două valori logice, obținîndu-se algoritmul de conducere :

$$u(nT) = \begin{cases} u_A(nT) \text{ pentru } f(nT) = 0 \\ u_B(nT) \text{ pentru } f(nT) = 1 \end{cases}$$

unde $T$ este perioada de eșantionare, iar $n$ numărul curent al acesteia.

Utilizarea algoritmilor de conducere cu structură variabilă realizate prin comutarea unor module program sau prin modificarea structurii regulatorului oferă noi posibilități de îmbunătățire a performanțelor regulatoarelor numerice cu microprocesoare.

### 4. Metoda interconexiunii hard-soft de proiectare a sistemelor de conducere cu performanțe degradate în defecte [4]

Regulatoarele numerice multicanal au o mare utilizare atît în conducerea proceselor industriale, pentru reglarea unor parametrii tehnologici, cît și în aparatele complexe de măsurat. Sistemele de reglare din aparatele de măsurat sînt specializate deoarece sînt proiectate pentru o anumită aplicație, pentru un anumit tip de traductor și de element de execuție.

Pentru ilustrarea metodei de proiectare a unui sistem de conducere cu performanțe degradate, la apariția unor defecte, folosind interconexiuni hard-soft, se va considera un sistem de reglare automată a poziției, utilizat în analizoare de gaze, la care se folosește un motor pas cu pas ca element de execuție.

Prin metoda logicii programate, figura 3, microprocesorul din unitatea centrală *UC*

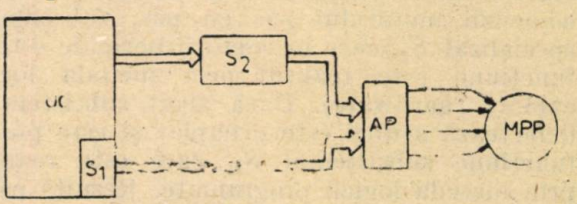



Fig. 3. Structură pentru comanda unui motor pas cu pas.

elaborează toate semnalele pentru comanda motorului pas cu pas MPP, stabilindu-se prin program, durata impulsurilor de comandă și succesiunea acestora. Conform acestei metode, microprocesorul este prevăzut cu un program într-o memorie EPROM și prin care motorul pas cu pas este comandat direct prin intermediul unei interfețe $S_1$ și a unor amplificatoare de putere $AP$, ceea ce necesită un timp mare de calcul. Această variantă se poate utiliza atunci cînd microprocesorul nu este încărcat cu multe funcțiuni în cadrul echipamentului numeric de

automatizare, ca de exemplu cazul regulatoarelor numerice monocanal.

Metoda subsistemlor specializate necesită o interfață $S_2$ cu circuite integrate care primește semnalele de la microprocesor pe care pe baza unei logici proprii elaborează semnalele de comandă a motorului pas cu pas. Această variantă se utilizează atunci cînd programele de calcul ale microprocesorului cuprind numeroase funcții de colectare și de transmitere a semnalelor, de elaborare a comenzilor conform algoritmului de conducere a procesului etc, ceea ce necesită un timp mare de calcul. În acest caz pentru a evita supraîncărcarea microprocesorului, funcțiile de comandă ale motorului pas cu pas sînt preluate de interfața specializată $S_2$.

Rezultă că prin metoda logicii programate se utilizează un număr redus de componente pentru comanda motorului pas cu pas, folosindu-se numai amplificatoare de putere. Un exemplu de folosire al acestei metode îl reprezintă înregistratoarele $X - Y$ cu microprocesoare unde volumul de date prelucrat este redus. Prin metoda subsistemelor specializate schemele utilizate conțin un număr mai mare de componente cu ajutorul cărora se execută diferite funcții logice și de calcul. De exemplu într-un sistem numeric de poziționare cu motoare pas cu pas a unei oglinzi dintr-un analizor de gaze, deoarece microprocesorul este supraîncărcat cu funcții de prelucrare a datelor privind analiza spectrală, se alege metoda s b istemelor specializate.

Din descrierea celor două metode principale de comandă a motoarelor pas cu pas, utilizate în sisteme de conducere cu microprocesoare, rezultă că acestea diferă prin timpul de calcul solicitat din partea unității centrale și prin complexitatea hardware a interfeței.

Pentru ca unitatea centrală cu microprocesor să nu fie încărcată cu calculele necesare comenzii motorului pas cu pas, subsistemul specializat $S_2$, care în condiții normale este în funcțiune este realizat prin metoda logicii cablate (hardware). Dacă acest subsistem se defectează atunci este decuplat și este pus în funcțiune subsistemul $S_1$, care este realizat prin metoda logicii programate. Rezultă că în cazul apariției unor defecțiuni în funcționarea normală a interfeței $S_2$, prin programul de testare a microprocesorului se comandă comutarea pe subsistemul $S_1$ pentru comanda motorului pas cu pas și deci pe ansamblu interfața funcționează cu aceeași parametrii, fiind deci tolerantă la defecte. Însă dacă se analizează funcționarea sistemului de conducere cu microprocesor, se constată că la apariția unui defect se modifică timpul de calcul al unității centrale, ceea ce poate să impună reducerea unor funcțiuni de reglare sau de comandă.

Măsura în care are loc o degradare a performanțelor se poate alege încă din faza de proiectare a sistemului de conducere, cînd se analizează fiecare funcție a regulatorului numeric. De regulă prin adaptarea structurii regulatorului numeric, la apariția unor defecte se renunță la unele funcții auxiliare (afișări de date, prelucrări preliminare de date etc), funcțiile vitale (măsurarea și reglarea după anumiți algoritmi de reglare etc) fiind menținute în execuție. Prin controlul funcționării se realizează comutarea subsistemelor, astfel încît sistemul numeric de conducere funcționează cu performanțe degradate la apariția defectelor. Această metodă a interconexiunii hard-soft este simplă, necesită o logică simplă și poate fi utilizată și în alte tipuri de sisteme de conducere, unde se impune funcționarea sistemului, cu performanțe degradate, și în cazul apariției unor defecte.

În concluzie metodele cu structuri avînd funcționare cu performanțe degradate la defecte au următoare caracteristici :

— aceste metode se pot utiliza numai în cazul în care degradarea performanțelor sistemelor de conducere a unor procese este admisibilă din punct de vedere tehnologic, cum este în industria chimică, energetică etc. Totuși există unele procese, de exemplu în industria metalurgică în care reglarea se face la limita de stabilitate și aplicarea acestor metode nu este posibilă ;

— structurile cu performanțe degradate la apariția unor defecte au un grad de redondanță redus, adică se utilizează puține componente în plus pentru implementarea metodei de asigurare a fiabilității și deci au un preț de cost mai redus decît sistemele cu toleranță totală ;

— programele specifice metodei adoptate de funcționare cu performanțe degradate la apariția unor defecte sînt de complexitate mai redusă decît la sistemele cu toleranță totală, nu necesită o memorie suplimentară de volum mare și nu solicită un timp de calcul mare.

Avînd o complexitate redusă, atît ca structură, cît și ca programe, metodele cu structuri avînd funcționare cu performanțe degradate la apariția unor defecte se pot utiliza la sisteme de conducere pentru un număr mic de parametrii, inclusiv la regulatoare numerice monocanal [5].

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Nitu C.* : New methoen für die Erhohung der Zuverlassinkeit digrtaer Regler mit microprocessoren, vol. 20, THL, Heft 1, p. 51—55, 1986 R. D. Germania.

[2] *Nitu C.* : Algoritm cu structură variabilă pentru sisteme numerice de reglare, Lucrările conferinei internaționale, „Sisteme informaționale în industrie", mai 1987, București.

[3] *Nitu C.* : Wigh realibility digital control system, Proceedings „Relectronic 85", vol. 2, p. 495—504, Budapesta, Ungaria.

[4] *Nitu C.* : Fault tolerant microprocessor controller, Proceedings FTSD-87, Varna, Bulgaria.

[5] *Nitu C.* : Metod povishenia nadiojnosti trifrovih sistem upravlenia Simpozionul internațional „Logicheskoe upravlenie", 1990, Moscova.

# Aspecte privind fiabilitatea instalaţiilor cu generatoare de microunde

IOAN FELEA şi IOAN RADU *

**REZUMAT**

După ce sînt evidenţiate unele aspecte constructive şi funcţionale ale instalaţiilor cu generatoare de microunde, în lucrare este analizată fiabilitatea acestor sisteme, atît sub aspect tehnic, cît şi economic.

**Résumé**

Aprés de mettre en évidence quelques aspects constructifs et fonctionnels, des installations à générateurs de microondes, dans l'ouvrage on analyse la fiabilité de ces systèmes tant sous le rapport technique, quant aussi économique.

**Abstract**

After evidencing some functional and constructive aspects of the installations equipped with microwave generators, in the paper the reliability of these systems is discussed from technical as well as economical point of view.

## 1. Introducere

Utilizarea instalaţiilor echipate cu generatoare de foarte înaltă frecvenţă (GHz) în domenii industriale (prelucrarea lemnului, a cauciucului, a maselor plastice, a produselor agroalimentare, a minereurilor etc.), în medicină şi în domeniu casnic oferă următoarele avantaje: economii de energie datorită funcţionării cu randamente de conversie ridicate, viteze mari de prelucrare prin concentrarea de puteri mari în volume mici, calitate superioară a prelucrării sau tratamentului prin controlul strict al parametrilor cîmpului termic în timp şi spaţiu şi prin expunerea sarcinii în vid sau medii controlate, posibilitatea automatizării şi robotizării proceselor etc.

Colectivul din care fac parte autorii lucrării are ca preocupări cercetarea, proiectarea şi realizarea magnetroanelor şi a instalaţiilor echipate cu astfel de generatoare de microunde. Aspecte privind construcţia echipamentelor respective sînt prezentate în lucrările [4, 5, 9]. În prima parte a lucrării de faţă se evidenţiază un minim de date constructive şi funcţionale, necesar înţelegerii referirilor privind fiabilitatea acestor instalaţii.

## 2. Aspecte constructive şi funcţionale

Magnetronul este de tip cavitar şi are blocul anodic de tip cilindric, cavităţile rezonante de tip vană, antena de tip coaxial, elemente din sticlă pentru separarea părţii vidate de exterior, catod spiralat cu încălzire directă şi poate produce — în funcţie de modul de alimentare anod-catod şi de modul de răcire — o putere de 800 W şi respectiv 1500 W, la frecvenţă de 2,45 GHz. Pentru puterea de 800 W alimentarea anod-catod se face printr-un redresor monofazat bialternanţă şi răcirea se face prin ventilaţie cu aer (varianta I ≡ V I) iar pentru puterea de 1500 W alimentarea anod-catod se face printr-un redresor trifazat monoalternanţă şi răcirea cu apă (varianta II ≡ V II), modul de construcţie al acestor magnetroane permite atît cuplarea directă cu incinta rezonantă cît şi cuplarea prin ghidul de undă dreptunghiular.

Elementele componente de bază ale instalaţiilor echipate cu un magnetron de 800 W sau 1500 W sînt evidenţiate prin intermediul schemei din figura 1.

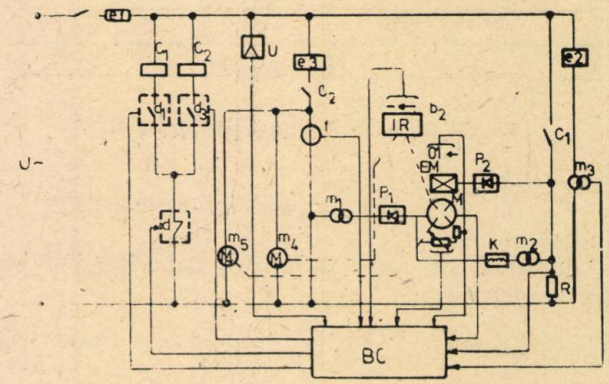



Fig. 1 Schema electrică a instalaţiei.

Diagrama care sugerează modul de lucru al instalaţiilor se prezintă în figura 2.

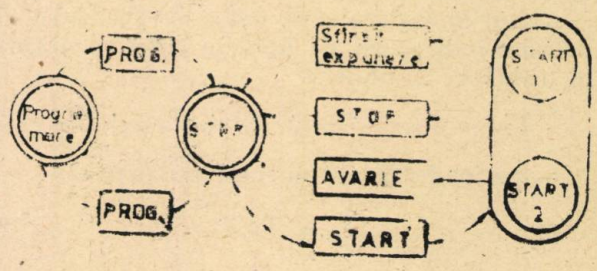



Fig. 2. Diagrama de stări a instalaţiei.

* Universitatea Tehnică Oradea

### 3. Indicatorii de siguranță, disponibilitate și utilizarea instalațiilor

Studiile de fiabilitate a instalațiilor echipate cu generatoare de microunde comportă mai multe aspecte și anume:

— evaluarea indicatorilor de siguranță de timp previzională și experimentală;

— evaluarea indicatorilor de disponibilitate și utilizare;

— analiza fiabilității parametrice a magnetronului și blocului electronic de comandă;

— stabilirea modalităților de mentenanță, inclusiv a mijloacelor de testate a magnetronului și măsurare a puterii specifice de scăpări.

Anumite aspecte privind siguranța de timp și mentenanța magnetronului sînt cuprinse în [4]. În continuare se prezintă modelul matematic propus pentru evaluarea indicatorilor de siguranță, disponibilitate și utilizare ai instalațiilor care pot fi considerate ca elemente ale sistemelor energotehnologice industriale [6].

Perioada de analiză ($T_A$) a unei astfel de instalții poate fi descompusă conform figurii 3, unde:

$T_F$ perioada de funcționare;

$T_{RS}$ perioada de rezervă statică;

$T_R$ perioada de întreruperi datorată reparațiilor accidentale;

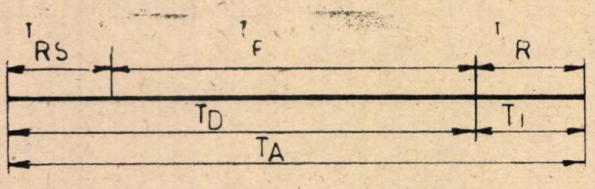



Fig. 3. Componentele perioadei de analiză.

$T_D$, $T_I$ perioade de disponibilitate ($T_D$) și indisponibilitate ($T_I$).

Perioada de rezervă statică are, în general, componentele:

$$T_{RS}=T_{AE}+T_C+T_{FM}+T_S+T_{SP}+T_X, \text{ unde} \quad (1)$$

$T_{AE}$, $T_C$, $T_{FM}$, $T_{SF}$, $T_X$ reprezintă perioada de întreruperi datorate inexistenței agenților energetici ($T_{AE}$), lipsă comenzi ($T_C$), lipsă forță de muncă ($T_{FM}$), schimburi reprogramate ($T_S$), stagnări planificate în pauza de lucru ($T_{SP}$), și altor cauze ($T_X$).

Avînd în vedere componentele perioadei $T_A$ definim indicatorii pe bază de timp menționați în tabelul 1, unde:

$$T_{IA} = T_R + T_{AE} + T_C + T_{FM} + T_X \quad (2)$$

— perioada de întreruperi accidentale;

$$I_R = T_R/T_A \quad (3)$$

— indisponibilitatea aleatorie de timp.

*Tabelul 1*

**Indicatorii pe bază de timp ai instalațiilor**

| Indicatori | Relație de calcul |
|---|---|
| Siguranța de timp | $S_T = \frac{T_F}{T_F + T_A}$ |
| Disponibilitatea de timp | $D_T = \frac{T_F + T_{RS}}{T_A} = 1 - I_R$ |
| Coeficientul de utilizare în timp | $C_{UT} = \frac{T_P}{T_A}$ |
| Coeficienții de neutralizare în timp total ($C_{nT}$) și parțiali pe cauzele $AE$, $C$, $FM$, $S$, $SP$, $X$($C_{AET}$, $C_{CT}$, $C_{FMT}$, $C_{ST}$, $C_{SPT}$, $C_{XT}$) | $C_{nT} = C_{AET} + C_{CT} + C_{FMT} + C_{ST} + C_{SPT} + C_{XT} + I_R = \frac{T_{AE}}{T_A} + \frac{T_C}{T_A} + \frac{T_{FM}}{T_A} + \frac{T_S}{T_A} + \frac{T_{SP}}{T_A} + \frac{T_A}{T_A} + \frac{T_R}{T_A}$ |

Imaginea completă asupra stării instalației este oferită de indicatorul „disponibilitate de producție". În acest sens deținem următorii indicatori:

Disponibilitatea de productivitate — reprezintă capacitatea instalației de a realiza un anumit nivel de productivitate:

$$d_q = \frac{q_c + \Delta q_E}{q_N} = \frac{q_N - \Delta q_d}{q_N}. \quad (4)$$

Mărimile care intervin în această relație au următoarele semnificații

$q_N = q_C + \Delta q_E + \Delta q_d$ (5) — productivitatea nominală a instalației;

$q_C$ — productivitatea curentă;

$q_E$ — reducerea de productivitate din considerente energotehnologice;

$q_d$ — reducerea parțială forțată a producției prin funcționarea defectuasă a instalației.

Disponibilitatea de producție reflectă cele două aspecte (de timp și de productivitate) conjugate:

$$D_P = D_T \cdot d_q = \frac{(T_F + T_{RS})(q_C + \Delta q_C)}{T_A \cdot q_N} =$$

$$= \frac{q_C T_F + \Delta q_C T_F + (q_C + \Delta q_C) T_{RS}}{T_A \cdot q_N} \quad (6)$$

Indicatorii care reflectă utilizarea globală a instalaţiei sînt :

$$C_{UP} = \frac{P_C}{P_N} \tag{7}$$

— coeficientul de utilizare în producţie

$$C_{nPn} = \frac{\Delta P_C}{P_N} \tag{8}$$

— coeficient de neutralizare la productivitatea nominală a instalaţiei.

$$C_{nP} = C_{nP}^{AE} + C_{nP}^{C} + C_{nP}^{FM} + C_{nP}^{S} + C_{nP}^{SP} + C_{nP}^{X} +$$

$$+ I_P^{TR} + I_P^{RF} = \frac{\Delta P_{RS}^{AE}}{P_N} + \frac{\Delta P_{RS}^{C}}{P_N} + \frac{\Delta P_{RS}^{FM}}{P_N} +$$

$$+ \frac{\Delta P_{RS}^{S}}{P_N} + \frac{\Delta P_{RS}^{SP}}{P_N} + \frac{\Delta P_{RS}^{X}}{P_N} + \frac{P_{IPF}}{P_N} + \frac{P_{IRF}}{P_N} \tag{9}$$

coeficient de neutilizare în producţie a instalaţiei datorată cauzelor $AE$, $C$, $FM$, $S$, $SP$, $X$. ($C_P^{AE}$, $C_P^{C}$, $C_P^{FM}$, $C_P^{S}$, $C_P^{SP}$, $C_P^{X}$) respectiv opririlor forţate ($I_P^{TR}$) şi reducerilor forţate de productivitate ($I_P^{RF}$).

Indicatorii $I_P^{TR}$ şi $I_P^{RF}$ sînt componente aleatorii ale indisponibilităţii de producţie.

Reprezentarea grafică calitativă în sistemul de axe $q = f(T)$a producţiei curente, rezervelor şi indisponibilităţilor de producţie, pentru perioada de analiză a instalaţiei poate fi urmărită în figura 4.

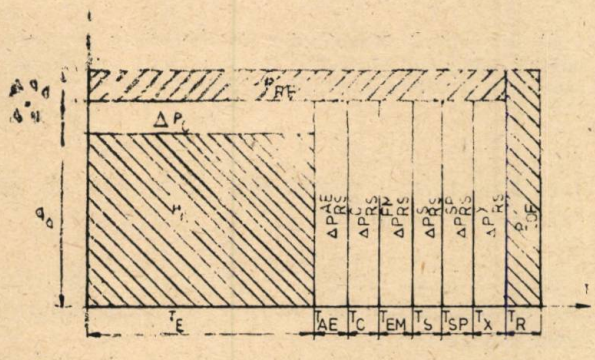



Fig. 4. Evidenţierea elementelor de calcul ale indicatorilor de siguranţă, disponibilitate şi utilizare.

## 4. Estimarea indicatorului MTBF

Sub aspect fiabilistic instalaţia cu generator de microunde — considerată ca sistem ($S$) — poate fi reprezentată printr-o schemă logică de fiabilitate de tip serie (fig. 5).

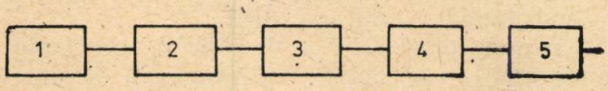



Fig. 5. Schema logică de fiabilitate a instalaţiei.

În această schemă se pun în evidenţă subsistemele ($SS$) : 1 — electric de forţă ; 2 — de răcire şi dispersie ; 3 — generator de microunde (magnetronul) ; 4 — de comandă ; 5 — mecanic.

Avînd în vedere [4, 7, 10] valorile curente ale indicatorului MTBF pentru magnetroanele din componenţa instalaţiilor analizate, nu se justifică practicarea de redondanţe sau supradimensionări în cadrul S 1, 2, 4, 5.

Valoarea previzională a indicatorului MTBF va fi determinată în condiţiile ipotezelor ;

— defecţiunile elementelor sînt evenimente independente, iar conexiunea logică de fiabilitate a acestora este de tip serie ;

— ratele de defectare ale elementelor se consideră constante ($Z(t) = \lambda = ct$) şi deci legea de distribuţie a variabilei „timp de bună funcţionare" se consideră a fi exponenţială.

Avînd în vedere cele două variante de alimentare din reţea şi de răcire, pentru $SS$ implicate, indicatorii urmăriţi vor fi separat pentru V I şi V II. Valorile indicatorului „$\lambda$", alocate pentru elementele $SS$ sînt valori medii preluate după [3, 8, 10]. Valorile $\lambda_1 - \lambda_5$ s-au calculat pe baza indicatorilor $\lambda$ ai elementelor avînd în vedere diagramele echivalente de fiabilitate ale subsistemelor şi sînt date în tabelul 3.

*Tabelul 3*

Valorile indicatorilor $\lambda_i/10^{-6}h^{-1}/$ pentru elementele $SS$

| Varianta | SS1 | SS2 | SS3 | SS4 | SS5 |
|---|---|---|---|---|---|
| I | 15 ,375 | 20 ,466 | 250 | 115 ,656 | 16 ,184 |
| II | 16 ,191 | 18 ,053 | 250 | 117 ,012 | 16 ,184 |

În baza valorilor $\lambda_1 - \lambda_5$ se obţine valoarea ndicatorului $\lambda$ al sistemului

$$\lambda = \sum_{j=1}^{S} \lambda_j = \begin{cases} 417{,}681\ 10^{-6}h^{-1} - \text{pentru V I} \\ 417{,}440\ 10^{-6}h^{-1} - \text{pentru V II} \end{cases}$$

deci :

$$\text{MTBE} = \frac{1}{\lambda} = \begin{cases} 2394{,}17\ \text{h} - \text{pentru V I} \\ 2395{,}55\ \text{h} - \text{pentru V II} \end{cases}$$

## 5. Concluzii

Instalaţiile de încălzire prin expunere în cîmp de microunde, echipate cu magnetroane, au caracterul unor sisteme energotehnologice. Sub aspect fiabilistic sistemul respectiv reprezintă rezultatul înscrierii a cinci subsisteme : electric de forţă, de răcire şi dispersie, generator de microunde, de comandă şi subsistemul mecanic. Detalierea unui interval de urmărire

(de analiză) a sistemului permite evidenţierea mărimilor caracteristice de timp şi definirea indicatorilor de siguranţă, disponibilitate şi utilizare în timp. Coroborarea indicatorilor pe bază de timp cu indicatorii pe bază de productivitate (care reflectă valenţele energotehnologice ale instalaţiilor) permite obţinerea indicatorilor pe baza de producţie prin care se face caracterizarea globală a sistemului. Evaluarea indicatorilor menţionaţi presupune urmărirea în exploatare a instalaţiilor.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Altgauzen A. P., ş.a.* : Instalaţii electrotermice industriale. Traducere din lb. rusă, Ed. Tehnică, Bucureşti, 1975.
[2] *Cătuneanu V. M., ş.a.* : Tehnologie electronică, E.D.P., Bucureşti, 1984.
[3] *Hohan I.* : Tehnologia şi fiabilitatea sistemelor, E.D.P. Bucureşti, 1982.
[4] *Maghiar T., Roman St., Radu I.* : Influenţa aplicării tehnologiilor de execuţie asupra fiabilităţii generatoarelor de microunde, Rev. Energetica nr. 8/1987, pag. 347—350.
[5] *Maghiar T., Roman St., Felea I., Radu I.* : Instalaţii de încălzire prin expunere în cîmp de microunde, în volumul „Progrese în fizică", 1989, pag. 859—861.
[6] *Nitu V. I., Felea I.*: Asupra fiabilităţii unor elemente ale sistemelor energotehnologice din construcţia de maşini, Rev. Energetica nr. 9/1987, pag. 385—395.
[7] *Puncher M.* : Würme durch Mikrowllen, Philips technische Bibliotek, 1964.
[8] *Cătuneanu V. M., Baeivarof I. C.* (coordonatori): Cercetări în tehnologie electronică şi fiabilitate, E. D.P., Bucureşti, 1979.
[9] * * * Cartea tehnică a cuptoarelor de microunde cu puteri de 800 W şi 1500 W, elaborate pentru I. Cin. Bucureşti, conform protocol de contract, I. S. Oradea, 1989.
[10] * * * Electrowärme, Theorie und Praxis, Herausgegeben von der Union Internationale d'Electrothermie (UIE), Paris, Verlag W. Girardet, Essen.

# Fiabilitatea siguranţelor fuzibile

*CONSTANTIN THEODORESCU* *

**REZUMAT**

În contextul analizei fiabilităţii produselor cu funcţii de protecţie şi securitate sînt evidenţiate unele aspecte privind fiabilitatea siguranţelor fuzibile.

**Résumé**

Dans le contexte de l'analyse de la fiabilité des produits ayant une fonction protectrice et d'assurance sont mis en évidence quelques aspects concernant la fiabilité des coupe-circuit à fusible.

**Abstract**

In the context of analysing the reliability of products having safety and protective functions some aspects of the reliability of safety fuses are evidenced.

## 1. Noţiuni preliminare

Siguranţele fuzibile sînt dispozitive de protecţie la supracurenţi a circuitelor electrice. Funcţia de protecţie implică o particularitate deosebită în funcţionarea unei siguranţe. Atîta timp cît curentul care străbate circuitul protejat se menţine în limitele normale, fuzibilul siguranţei asigură continuitatea circuitului. La apariţia unui supracurent periculos, care se menţine pe o anumită durată, se produce topirea fuzibilului şi astfel se întrerupe curentul în circuitul protejat.

Pentru început se va analiza fiabilitatea produselor cu funcţii de protecţie şi securitate, deoarece siguranţele fuzibile fac parte din această clasă de produse.

(* Institutul de Cercetare şi Proiectare pentru Electrotehnică ICPE) Bucureşti

## 2. Fiabilitatea produselor cu funcţii de protecţie şi securitate

Produsele cu funcţii de protecţie şi securitate sînt caracterizate de două regimuri distincte de funcţionare :

— un regim de „aşteptare" sau de funcţionare pasivă care nu reclamă exercitarea funcţiilor de protecţie şi securitate ; parametrii acestui regim vor fi marcaţi cu indicele „*a*" ;

— un regim de „protecţie" sau de funcţionare activă, cînd produsul îşi exercită funcţiile de protecţie şi securitate, ai cărui parametrii vor fi marcaţi cu indicele „*p*".

Aceste două regimuri de funcţionare constituie evenimente independente deoarece nu se condiţioneată unul pe altul.

Pentru produsele cu funcţii de protecţie şi securitate, regimul de aşteptare sau de funcţionare pasivă reprezintă un regim lejer, cu coefi-

cientul de sarcină foarte mic, care practic îi asigură o probabilitate de funcționare fără defectare aproximativ egală cu unitatea, de-a lungul unor intervale mari de timp:

$$R_a(t) \simeq 1. \tag{1}$$

Se definește totuși un timp de funcționare maxim, $t_{a,max}$ în regim de așteptare, pentru care probabilitatea de funcționare fără defectare se micșorează cu o valoare $\varepsilon_a$ admisă, adică

$$R_a(t \leqslant t_{a,max}) = 1 - \varepsilon_a, \quad \varepsilon_a > 0, \tag{2}$$

unde $\varepsilon_a$ se determină pe baza riscului de probabilitate de a nu fi îndeplinită funcția de protecție sau de securitate.

Tot din motive de protecție și securitate, durata de funcționare în regimul de protecție este normată și nu trebuie să depășească un timp $t_{p,max}$ admis. Probabilitatea ca timpul de acționare la protecție, $t_p$, să fie mai mic decît $t_{p,max}$ este dată de expresia

$$R_p(t_p \leqslant t_{p,max}) = P\{t_p \leqslant t_{p,max}\} = F_p(t_{p,max}), \tag{3}$$

și reprezintă funcția de repartiție a timpului de acționare la protecție în intervalul de protecție admis $(0, t_{p,max})$. Pe de altă parte, valoarea acestei probabilități este și ea determinată tot pe baza riscului de probabilitate de a nu fi îndeplinită funcția de protecție sau de securitate, din cauza unui timp de protecție mai mare decît cel maxim admis. Să notăm acest risc cu $\varepsilon_p$. Cum evenimentele care constau în faptul că $t_p \leqslant t_{p,max}$ și $t_p > t_{p,max}$ formează o grupă completă de evenimente, rezultă că

$$\varepsilon_p = 1 - F_p(t_{p,max}), \tag{4}$$

deci

$$R_p(t_p \leqslant t_{p,max}) = 1 - \varepsilon_p. \tag{5}$$

Prin urmare, realizarea funcției de protecție și de securitate este evenimentul complex care constă în produsul a două evenimente elementare independente, reprezentînd faptul că produsul este în funcțiune la momentul $t \leqslant t_{a,max}$ și realizează funcția de protecție și securitate într-un timp $t_p \leqslant t_{p,max}$. Probabilitatea acestui eveniment complex este egală cu produsul probabilităților evenimentelor componente:

$$R(t \leqslant t_{a,max}; t_p \leqslant t_{p,max}) = R(t \leqslant t_{a,max}) R(t_p \leqslant t_{p,max}) =$$

$$= (1 - \varepsilon_a)(1 - \varepsilon_p) = 1 - (\varepsilon_a + \varepsilon_p) + \varepsilon_a \varepsilon_p. \tag{6}$$

Termenul $(\varepsilon_a \varepsilon_p)$ este cel puțin cu un ordin de mărime mai mic decît ceilalți și dacă este neglijat se obține relația:

$$R(t \leqslant t_{a,max}; t_p \leqslant t_{p,max}) = 1 - (\varepsilon_a + \varepsilon_p) = 1 - \varepsilon, \tag{7}$$

unde

$$\varepsilon = \varepsilon_a + \varepsilon_p, \tag{8}$$

și reprezintă riscul ca produsul să nu-și îndeplinească funcția de protecție și de securitate, fie din cauză că produsul nu mai este în stare de funcționare la momentul respectiv fie că acționează într-un timp mai mare decît timpul admis.

### 3. Fiabilitatea siguranțelor fuzibile

Starea de funcționare a unei siguranțe fuzibile, în regimul de așteptare, poate fi influențată de starea contactelor în corpul siguranței și de starea fuzibilului.

O înrăutățire sesizabilă a contactelor în corpul siguranței sau cu atît mai mult o întrerupere a acestora, au ca efect nefuncționarea corectă a circuitului protejat și, ca urmare, defecțiunea va fi depistată și înlăturată în cadrul acțiunii de restabilire a stării de funcționare a circuitului protejat. Deci, defectele de contact în corpul siguranței nu pot, de regulă, periclita starea de funcționare a siguranței fuzibile.

Trecerea prelungită a curentului electric prin fuzibil la valori situate în jurul valorii nominale, nu influențează sensibil starea de funcționare a fuzibilului deoarece nu modifică nici compoziția nici geometria acestuia.

Prin urmare, starea de funcționare a unei siguranțe fuzibile se menține nealterată pe durata regimului de așteptare, oricît de lungă ar fi durata acesteia.

Aceasta înseamnă că probabilitatea de funcționare pasivă pe durata regimului de așteptare este practic egală cu unitatea, indiferent de durata regimului de așteptare, adică

$$R_a(t) = 1, \quad \forall t > 0. \tag{9}$$

Funcționarea siguranței fuzibile în regimul de protecție înseamnă arderea acesteia într-un interval de timp mai scurt sau egal cu timpul de protecție (ardere) dat de caracteristica timp-curent a tipului respectiv de siguranță. Timpul de protecție este o funcție strict determinată de valoarea supracurentului, $I_s$, adică

$$t_{p,max} = \varphi_t(I_s). \tag{10}$$

Conform relației (6), avînd în vedere și relația (9), se obține

$$R[t_p \leqslant t_{p,max} = \varphi_t(I_s)] = 1 - \varepsilon_p, \tag{11}$$

unde $\varepsilon_p$ este riscul de probabilitate ca fuzibilul siguranței să se ardă într-un timp mai mare decît cel admis de caracteristica timp-curent.

Prin urmare, fiabilitatea unui tip de siguranță fuzibilă este caracterizată de probabilitatea că fuzibilul acesteia se va arde într-un timp mai mic sau cel mult egal cu cel determinat de caracteristica sa timp-curent.

Cum determinările probabilistice sînt determinări statistice, întotdeauna le este asociat un anumit nivel de încredere. Avînd în vedere funcția de protecție a siguranțelor fuzibile, în cazul acestora nivelul de încredere trebuie să fie cel puțin 0,99, adică $P^* \geq 0{,}99$.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Teodorescu C :* Fiabilitatea produselor. Indicatori principali și introducerea acestora în STR. Studiu ICPE — București, 1987.

# Rezultate privind determinarea fiabilității transformatoarelor

*MIHAELA CĂLIN* și *ION BĂLESCU**

**REZUMAT**

Lucrarea cuprinde descrierea experimentului de determinare a performanțelor de fiabilitate la transformatoarele fabricate de Întreprinderea de Transformatoare și Motoare Electrice Filiași.

**Résumé**

L'ouvrage contient la déscription de l'expérience pour déterminer des performances de fiabilité aux transformateurs fabriqués par l'Entreprise pour Transformateurs et Moteurs Électriques Filiași.

**Abstract**

The paper contains the description of the experiment of determining the reliability performances of transformers manufactured at the Enterprise for Electric Transformers and Motors Filiași.

Pentru majoritatea produselor, a căror durată de întrebuințare constituie una din cerințele impuse a acestora, nu este însă suficient să fie îndeplinite numai cerințele și criteriile de calitate. Este necesar, în plus, ca aceste produse să-și păstreze în timp nivelul performanțelor realizate în momentul încheierii procesului de fabricație.

Din necesitatea ridicării nivelului tehnic, a studierii și asigurării păstrării calității pe durata depozitării, transportului și exploatării produselor, a apărut ca o condiție esențială introducerea conceptului de fiabilitate.

Și la Intreprinderea de Transformatoare și Motoare Electrice Filiași, realizarea calității și fiabilității produselor s-a impus ca o necesitate absolută, constituind o preocupare de prim ordin a colectivului de oameni ai muncii, mai ales în condițiile în care producția pentru export deține o pondere importantă, adică aproximativ 40% din producția de transformatoare.

Astfel, o sarcină deosebit de importantă a revenit tînărului colectiv de fiabilitate din cadrul întreprinderii, în studierea comportării în exploatare a transformatoarelor fabricate de Întreprinderea de Transformatoare și Motoare Electrice Filiași, întreprindere tînără la rîndul ei, care de anumai 15 ani și-a început producția de transformatoare de mică putere. În acest scop s-au făcut deplasări la mari beneficiari, cum ar fi : Intreprinderea de Rețele Electrice Craiova, Întreprinderea de Distribuire a Energiei București, Întreprinderea de Rețele Electrice Suceava, Întreprinderea de Rețele Electrice Turnu Severin, Intreprinderea Electrocentrale Turdeni, de unde au fost culese date din exploatare legate de problemele care apar în timpul funcționării, la anumite loturi de transformatoare. Astfel, consultînd registrele de evidență ale acestora au fost întocmite „Rapoarte de urmărire individuală a echipamentelor", pentru 10—15 bucăți transformatoare din fiecare lot urmărit și în baza datelor legate de numărul de ore de funcționare pînă la apariția primului defect (acolo unde a fost cazul), a timpilor de reparații și a cauzelor apariției defectelor au fost întocmite studii de fiabilitate.

Datele obținute în urma calculelor prin metode ca : Weibull, diagrama Allan Platt, matricea defectelor și metoda arborelui de defectare au constituit, punctul principal de plecare în analiza fiabilității transformatoarelor noastre.

* Întreprinderea de Transformatoare și Motoare Electrice Filiași

Ca exemplu, putem da urmărirea unui lot de 200 transformatoare de 250 kVA—20/0,4 kV aflate în exploatare la Întreprinderea de Rețele Electrice Suceava, lot din care au fost alese arbitrar 10 bucăți transformatoare pentru care datele punerii în funcțiune și ale apariției primului defect (acolo unde a fost cazul) au fost trecute în „Rapoarte de urmărire" aprobate de beneficiar (fig. 1).

formator în parte și putem da ca exemplu: scurtcircuit al înfășurării de joasă tensiune și înaltă tensiune, scurgeri de ulei, conturnarea conexiunilor de înaltă tensiune sau a plăcilor comutatorului.

Defecțiunile constatate de beneficiar și aduse la cunoștința grupei de proiectanți din cadrul întreprinderii noastre le sînt acestora de un

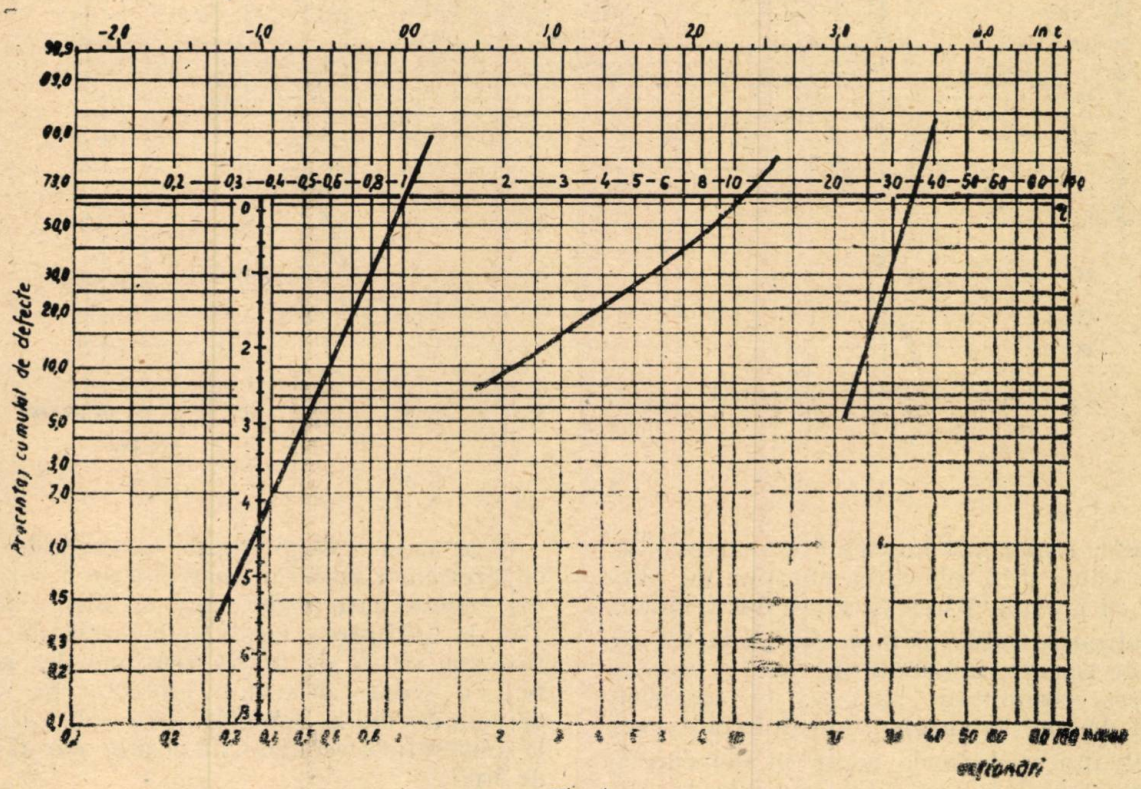


Fig. 1

În urma efectuării calculelor, a trasării diagramei Allan Platt și aplicarea legii Weibull, s-a ajuns la următoarea concluzie:

— în decurs de 10 ani (87600 ore) transformatoarele în procent de 70,23% au funcționat fără să se defecteze.

Un alt exemplu este urmărirea unui lot de 200 transformatoare de 100 kVA-20/0,4 kV aflat în exploatare tot la Întreprinderea de Rețele Electrice Suceava și care a fost urmărit pe perioada ultimilor 5 ani (43800 ore). Din acestea s-au ales arbitrar 10 transformatoare pentru care s-au calculat indicatorii de fiabilitate operaționali obținîndu-se $\eta = 440\,000$ comparativ cu $\eta = 330\,000$ al lotului precedent (fig. 2).

Putem spune deci că transformatoarele noastre ating performanțele produselor similare din Elveția, Germania și alte state cu tradiție în industria electrotehnică.

În rapoartele de urmărire au fost trecute totodată și defectele apărute la fiecare transreal folos în sensul că se pot orienta pentru refacerea proiectelor, putîndu-se face astfel îmbunătățiri substanțiale în ceea ce privește calitatea și prelungirea duratei de viață a transformatoarelor proiectate de ei și realizate în secțiile de producție.

Colaborarea strînsă între beneficiari și cei care proiectează transformatoarele din Întreprinderea de Transformatoare și Motoare Electrice Filiași prin intermediul Grupei de Fiabilitate a dus la rezultate bune care s-au materializat prin modificări și îmbunătățiri importante la proiecte, din care citățm următoarele exemple:

— s-a realizat asamblarea pereților cuvei prin sudură de colț, în loc de sudură în „V" cum era proiectat inițial, îmbunătățire ce a dus la eliminarea eventualelor scurgeri de ulei;

— relizarea transformatoarelor cu puteri de la 250 la 1600 kVA cu bobinajul de joasă tensiune, din bandă de aluminiu, măsură care asigură creșterea siguranței în funcționare a transformatoarelor, pe de o parte, iar pe de

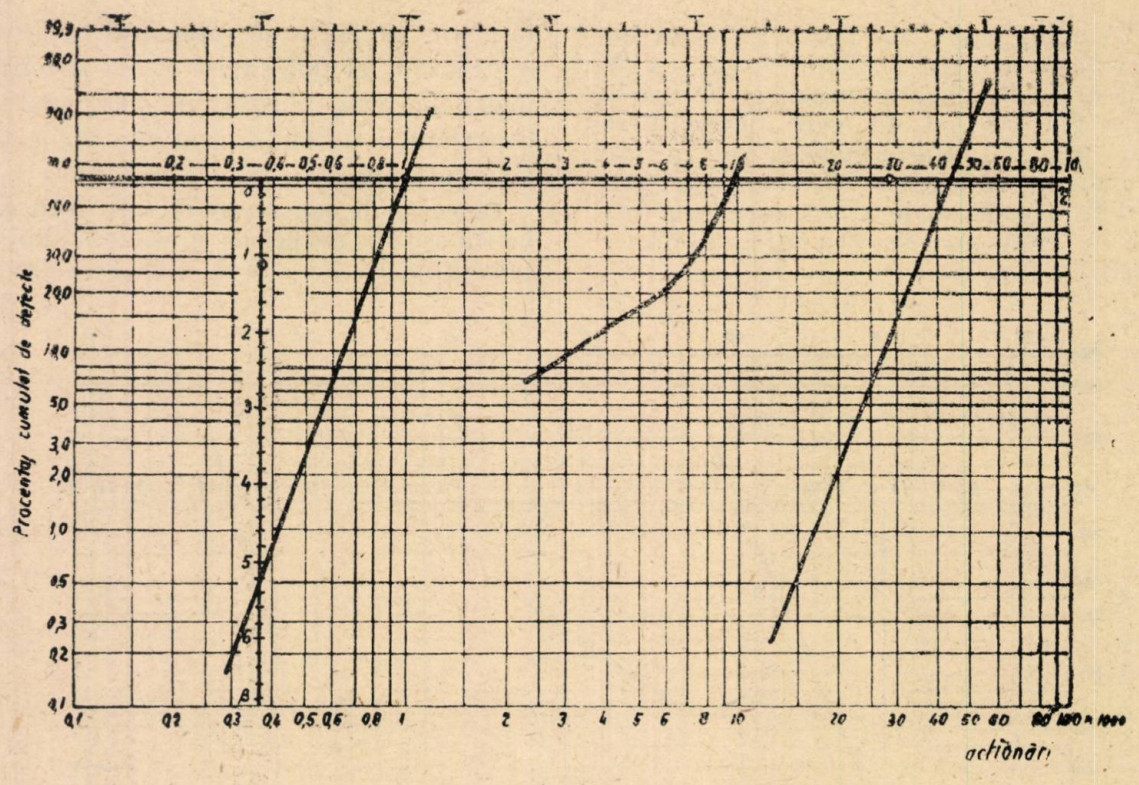



Fig. 2

altă parte realizează importante economii la nivel național prin înlocuirea cuprului cu aluminiul, cu îmbunătățirea parametrilor tehnici;

— realizarea sudurilor în mediu protector de bioxid de carbon, îmbunătățire care a dus la eliminarea posibilității apariției eventualelor scurgeri de ulei la cuvele transformatoarelor;

— una din problemele acute în defectarea transformatoarelor o constituie posibilitatea de contaminare a uleiului și aceasta a fost eliminată prin asimilare în fabricația transformatoarelor cu puteri pînă la 300 kVA de tip etanș, cu pernă de aer, cu montare pe stîlp;

— a fost modernizată instalația de vopsire, în scopul îmbunătățirii acoperirilor, stratul protector de vopsea avînd și el un rol important în prelungirea duratei de viață a transformatoarelor.

Aceste cîteva exemple pun în lumină preocupările tînărului colectiv de proiectanți de la Întreprinderea de Transformatoare și Motoare Electrice Filiași, preocupări orientate către ridicarea nivelului tehnic calitativ al transformatoarelor în vederea creșterii eficienței economice prin sporirea siguranței în funcționare a acestora și mărirea duratei de viață.

De altfel, există o preocupare generală în întreprindere începînd de la proiectant, controlor, executant și terminînd cu expedierea la beneficiar și urmărirea în exploatare, ca produsele fabricii noastre să fie competitive pe piața internă și externă.

Și în acest sens putem da ca exemplu preocuparea unor tineri ingineri din atelierul Montaj general care au întocmit un studiu cu privire la realizarea conexiunilor atît de joasă tensiune cît și de înaltă tensiune din aluminiu cu sudare în mediu protector de argon, aceasta ducînd la îmbunătățirea calității cît și la substanțiale economii de cositor pur și aliaje de lipit.

În spiritul unei cît mai bune pregătiri profesionale și al perfecționării cunoștințelor, colectivul de tehnicieni ai întreprinderii a participat și participă la cursuri de perfecționare și colocvii pe teme de calitate, fiabilitate, organizate la nivel de întreprindere sau în cadrul unor institute de învățămînt superior din țară.

S-au purtat discuții interesante, schimburi de experiență în ceea ce privește metodele folosite în achiziționarea și prelucrarea datelor de la beneficiari, problemă acută în cadrul studierii fiabilității produselor, în general.

S-au abordat tehnici noi de calcul, cu implementarea pe calculator a datelor și pentru exemplificare prezentăm, pentru primul lot de transformatoare dat ca exemplu, un astfel de program cu determinarea parametrilor de fiabilitate operaționali la transformatoarele de 250 kVA fabricate la Întreprinderea de Transformatoare și Motoare Electrice Filiași și aflate în exploatare la Întreprinderea de Rețele Electrice Suceava.

Determinarea parametrilor de fiabilitate la transformatoarele de 250 kVA fabricate de I.T.M.E. Filiaşi şi aflate în exploatare la I.R.E. Suceava, prin folosirea tehnicii de calcul.

```
20 REM
30 REM
40 REM
50 REM
60 REM
70 REM
80 REM
90 REM
100 READ T, GAMMA, ETA BETA, SIG-
MA, MTR
110 DATA 87600, −170000, 330000, 4.2,
90896, 252
120 F= 1−EXP(−1*((T-GAMMA)/ETA)
BETA)
130 R=1−F
140 Z=BETA*(T−GAMMA) (BETA−1)/
ETA BETA
150 MTBF=GAMMA+ETA*SIGMA
160 A=MTBF/(MTBF+MTR)
170 LPRINT „t=”; T
180 LPRINT „GAMMA=”; GAMMA
190 LPRINT „ETA=”; ETA
200 LPRINT „BETA=”; BETA
210 LPRINT „SIGMA=”; SIGMA
220 LPRINT „MTR=”; MTR
230 LPRINT „F(t))= ”; F
240 LPRINT „R(t)=”; R
250 LPRINT „Z(t)=”; Z
260 LPRINT „MTBF=”; MTBF
270 LPRINT „A=”; A
280 END
t)= 87600
GAMMA = −170000
ETA = 330000
BETA = 4.2
SIGMA = .90896
MTR = 252
F(t))= .297674
R(t))= .702326
Z(t))= 5.76129E-06
MTBF = 129957
A = .998065
```

Urmărirea pe calculator a datelor se face în continuare, metoda oferind avantajul operativităţii cu care se obţin rezultatele şi a posibilităţilor de comparaţie a rezultatelor obţinute.

Există în proiect formula introducerii pe calculator a calculului parametrilor de fiabilitate şi al formării unei bănci de date.

Pentru o cît mai strînsă colaborare cu beneficiarii noştri interni la nivel de întreprindere s-a hotărît ca prin contract să fie respectată condiţia de completare a „Rapoartelor de urmărire individuală” de către beneficiari, astfel încît în viitor să putem avea date concludente de la oricare din aceştia.

Atunci cînd sistemul de lanţ: proiectanţi — producători — benficiari — fiabilişti şi din nou proiectanţi, funcţionează perfect, rezultatele sînt din cele mai bune.

# Repetabilitatea valorilor măsurate cu traductoare de forţră

*NICOLAE FÂNTÂNARU* *

**REZUMAT**

Se examinează performanţele de repetabilitate ale valorilor măsurate cu şase traductoare de forţă (tabelul 1, 2). Evaluarea cantitativă a repetabilităţii s-a efectuat prin determinarea erorii de fidelitate, a abaterii medii pătratice şi a erorii limită (tabelele 3,4) exprimate ca erori relative, respectiv ca erori raportate. Se evidenţiază că exprimarea în erori relative duce la o înrăutăţire artificială a performanţelor de repetabilitate (fig. 1, 2, 3). Se subliniază necesitatea exprimării erorilor de repetabilitate în valori raportate, conform standardelor în vigoare.

**Résumé**

On examine les performances de répétableté des valeurs, mesurées par six traducteurs de force (Tab. 1, 2). L'évaluation quantitative de la répétableté a été efectuée par la détermination de l'erreur de fidélité, de l'écart type et de l'erreur limite (Tab. 3, 4) exprimées comme erreurs relatives, respectivement comme erreurs rapportées. On évidence que l'expression par des erreurs relatives conduit à un pervertissement artificial des performances de la répétableté (fig. 1, 2, 3). On souligne la nécessité d'exprimer les erreurs de répétableté par des valeurs rapportées, conformément aux standards en vigueur.

**Abstract**

The repeatability performances of values messured by six load cells are examined (Table 1, 2). The quantitative estimation of repeatability was done by evaluating the fidelity error, the mean square error and limit error (Table 3, 4) expressed as relative, respectively reduced errors. It is to be emphasized, the expressing by relative errors leads to an artificial decrease of the repeatability performances (fig. 1, 2, 3). The necessity of expressing the repeatability errors as reduced ones (according to present force standards in use) is stressed.

## 1. Definiţia repetabilităţii

În accepţia standardizată prin repetabilitatea măsurărilor se înţelege concordanţa dintre rezultatele măsurărilor repetate, efectuate asupra aceluiaşi măsurand în condiţii de repetabilitate specificate.

Condiţiile de repetabilitate sînt definite [2] drept condiţiile corespunzătoare unor măsurări repetate, efectuate asupra aceluiaşi măsurand, practic constant ca valoare, de către acelaşi operator, utilizînd acelaşi mijloc de măsurare şi aceeaşi metodă de măsurare, sub acţiunea aceloraşi mărimi de influenţă, care rămîn practic constante într-un interval de timp relativ scurt.

Cantitativ, repetabilitatea se exprimă printr-un indicator statistic al împrăştierii rezultatelor. În domeniul măsurărilor, ca indicatori principali ai împrăştierii se utilizează abaterea medie pătratică experimentată şi amplitudinea [1], parametri care caracterizează repetabilitatea şi în cazul traductoarelor de forţă [3].

## 2. Traductoarele încercate

Determinarea experimentală a performanţelor de repetabilitate s-a efectuat asupra unui lot de şase traductoare de forţă ale căror caracteristici sînt redate în tabelul 1. Condiţiile

Tabelul *1*

| Nr. crt. | Traductorul Philips examinat | | | Forţa nominală | | Puntea utilizată |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nr. | Tip | Solicitarea | kN | kgf | |
| 1 | D 1009 | PR 9227/05 | Tracţiune | 4,90 | 500 | Philips tip PR 9302 nr. D677 746141 |
| 2 | D 802 | PR 9227/20 | | 19,61 | 2000 | |
| 3 | D 1327 | PR 9226/02 | Compresiune | 19,61 | 2000 | |
| 4 | D 1352 | | | | | |
| 5 | D 955 | PR 9226/05 | | 49,03 | 5000 | |
| 6 | D 1013 | | | | | |

* Institutul Naţional de Metrologie Bucureşti, Filiala Timişoara.

*Tabelul 2*

| Nr. crt. | $F/F_n$ | D 1009 | | D 802 | | D 1327 ; D 1352 | | D 955 ; D 1013 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | kN | kgf | kN | kgf | kN | kgf | kN | kgf |
| 1 | 0,1 | 0,49 | 50 | 1,96 | 200 | 1,96 | 200 | 4,90 | 500 |
| 2 | 0,2 | 0,98 | 100 | 3,92 | 400 | 3,92 | 400 | 9,80 | 1000 |
| 3 | 0,3 | 1,47 | 150 | 5,88 | 600 | 5,88 | 600 | 14,70 | 1500 |
| 4 | 0,4 | 1,96 | 200 | 7,85 | 800 | 7,85 | 800 | 19,61 | 2000 |
| 5 | 0,5 | 2,45 | 250 | 9,81 | 1000 | 9,81 | 1000 | 24,52 | 2500 |
| 6 | 0,6 | 2,94 | 300 | 11,77 | 1200 | — | — | 29,42 | 3000 |
| 7 | 0,625 | — | — | — | — | 12,26 | 1250 | — | — |
| 8 | 0,7 | 3,43 | 350 | 13,73 | 1400 | — | — | 34,32 | 3500 |
| 9 | 0,75 | — | — | — | — | 14,71 | 1500 | — | — |
| 10 | 0,8 | 3,92 | 400 | 15,69 | 1600 | — | — | 39,23 | 4000 |
| 11 | 0,875 | — | — | — | — | 17,16 | 1750 | — | — |
| 12 | 0,9 | 4,41 | 450 | 17,65 | 1800 | — | — | 44,13 | 4500 |
| 13 | 1,0 | 4,90 | 500 | 19,61 | 2000 | 19,61 | 2000 | 49,03 | 5000 |

*Tabelul 3*

| Nr. crt. | Denumirea caracteristicii metrologice | U/M | Simbolul și relația de calcul |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | Sarcina aplicată la încărcarea (descărcarea) traductorului | kN<br>kgf | $F$ |
| 2 | Sarcina nominală a traductorului considerat | kN<br>kgf | $F_n$ |
| 3 | Raportul între sarcina aplicată și sarcina nominală a traductorului | kN/kN<br>kgf/kgf | În general :<br>$F/F_n = 0,1 ; 0,2 ; \ldots ; 1$ |
| 4 | Valoarea treptei de sarcină aplicată | kN<br>kgf | In general :<br>$\Delta F = 0,1\, F_n$ |
| 5 | Indicațiile la sarcina zero măsurate de cîte șase ori | μm/m | $c_{01} ; c_{02} ; \ldots ; c_{06}$ |
| 6 | Valoarea medie a indicațiilor la sarcina zero | | $\bar{c}_0 = \frac{1}{6}(c_{01} + c_{02} + \ldots + c_{06})$ |
| 7 | Indicațiile la o anumită treaptă de sarcină măsurate de șase ori | | $c_{i1} ; c_{i2} ; \ldots ; c_{i6}$ |
| 8 | Valoarea medie a indicațiilor la o anumită treaptă de sarcină | | $\bar{c}_i = \frac{1}{6}(c_{i1} + c_{i2} + \ldots + c_{i6})$ |
| 9 | Valoarea medie a indicațiilor la o anumită treaptă de sarcină adusă în origine | | $\bar{c} = \bar{c}_0 - \bar{c}_i$ |
| 10 | Indicațiile la sarcina nominală măsurate de cîte șase ori | | $c_{in_1} ; c_{in_2} ; \ldots ; c_{in_6}$ |
| 11 | Valoarea medie a indicațiilor la sarcina nominală | | $\bar{c}_{in} = \frac{1}{6}(c_{in_1} + c_{in_2} + \ldots + c_{in_6})$ |
| 12 | Valoarea medie a indicațiilor la sarcina nominală adusă în origine | | $\bar{c}_n = \bar{c}_0 - \bar{c}_{in}$ |
| 13 | Indicația maximă, respectiv minimă la aplicarea de șase ori a aceleași trepte de sarcină | | $c_{max} ; \; c_{min}$ |
| 14 | Amplitudinea (dispersia) indicațiilor la o anumită treaptă de sarcină | | $w = c_{max} - c_{min}$ |
| 15 | Abaterea medie pătratică experimentală a unei măsurări din seria de șase măsurări la o anumită treaptă de sarcină | | $s = \sqrt{\frac{1}{5}\sum_{k=1}^{6}(c_{ik} - \bar{c}_i)^2}$ |
| 16 | Eroarea limită a unei măsurări singulare din seria de șase măsurări la o anumită treaptă de sarcină pentru un nivel de încredere de 95 % | | $\Delta = 2,6s$ |

*Tabelul 3* (continuare)

| 0 | | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| | | Repetabilitatea rezultatelor măsurărilor caracterizată prin (valori aduse în origine): | | |
| 17 | Eroarea de fidelitate | relativă, exprimată ca raportul dintre amplitudinea indicaţiilor la o anumită treaptă de sarcină şi valoarea medie a indicaţiilor la treapta respectivă | % | $e_f = \frac{w}{\bar{c}} 100$ |
| 18 | Eroarea de fidelitate | raportată, exprimată ca raportul dintre amplitudinea indicaţiilor la o anumită treaptă de sarcină şi valoarea medie a indicaţiilor la sarcina nominală | % | $e_{fra} = \frac{w}{\bar{c}_n} 100$ |
| 19 | Abaterea medie pătrat | relativă, exprimată ca raportul dintre valoarea sa absolută la o anumită treaptă de sarcină şi valoarea medie a indicaţiilor la treapta respectivă | % | $s_r = \frac{s}{\bar{c}} 100$ |
| 20 | Abaterea medie pătrat | raportată, exprimată ca raportul dintre valoarea sa absolută la o anumită treaptă de sarcină şi valoarea medie a indicaţiilor la sarcina nominală | % | $s_{ra} = \frac{s}{\bar{c}_n} 100$ |
| 21 | Eroarea limită | relativă, exprimată ca raportul dintre valoarea sa absolută la o anumită treaptă de sarcină şi valoarea medie a indicaţiilor la treapta respectivă | % | $\Delta_r = \frac{\Delta}{\bar{c}} 100$ |
| 22 | Eroarea limită | raportată, exprimată ca raportul dintre valoarea sa absolută la o anumită treaptă de sarcină şi valoarea medie a indicaţiilor la sarcina nominală | % | $\Delta_{ra} = \frac{\Delta}{\bar{c}_n} 100$ |

*Tabelul 4*

| Nr. crt. | $F$ | | $F/F_n$ | μm/m | | | | | % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | kN | kgf | kN/kN | $c_i$ | $\bar{c}$ | $w$ | $s$ | $\Delta$ | $e_f$ | $e_{fra}$ | $s_r$ | $s_{ra}$ | $\Delta_r$ | $\Delta_{ra}$ |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 4640,0 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 2 | 0,49 | 50 | 0,1 | 4441,7 | 199,3 | 1 | 0,518 | 1,347 | 0,50 | 0,05 | 0,26 | 0,03 | 0,68 | 0,07 |
| 3 | 0,98 | 100 | 0,2 | 4240,0 | 400,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 1,47 | 150 | 0,3 | 4039,7 | 600,0 | 2 | 0,632 | 1,643 | 0,33 | 0,10 | 0,11 | 0,03 | 0,27 | 0,08 |
| 5 | 1,96 | 200 | 0,4 | 3840,0 | 799,8 | 1 | 0,410 | 1,066 | 0,13 | 0,05 | 0,05 | 0,02 | 0,13 | 0,05 |
| 6 | 2,45 | 250 | 0,5 | 3640,0 | 999,8 | 1 | 0,410 | 1,066 | 0,10 | 0,05 | 0,04 | 0,02 | 0,11 | 0,05 |
| 7 | 2,94 | 300 | 0,6 | 3440,0 | 1199,7 | 2 | 0,816 | 2,122 | 0,17 | 0,10 | 0,07 | 0,04 | 0,18 | 0,11 |
| 8 | 3,43 | 350 | 0,7 | 3241,0 | 1399,2 | 2 | 0,983 | 2,556 | 0,14 | 0,10 | 0,07 | 0,05 | 0,18 | 0,13 |
| 9 | 3,92 | 400 | 0,8 | 3042,3 | 1598,3 | 3 | 1,369 | 3,559 | 0,19 | 0,15 | 0,09 | 0,07 | 0,22 | 0,18 |
| 10 | 4,41 | 450 | 0,9 | 2842,0 | 1798,7 | 5 | 1,634 | 4,248 | 0,28 | 0,25 | 0,09 | 0,08 | 0,24 | 0,21 |
| 11 | 4,90 | 500 | 1,0 | 2641,3 | 1999,2 | 4 | 1,604 | 4,170 | 0,20 | 0,20 | 0,08 | 0,08 | 0,21 | 0,21 |
| 12 | 4,41 | 450 | 0,9 | 2840,3 | 1799,7 | 3 | 1,035 | 2,691 | 0,17 | 0,15 | 0,06 | 0,05 | 0,15 | 0,13 |
| 13 | 3,92 | 400 | 0,8 | 3038,7 | 1601,0 | 2 | 1,095 | 2,847 | 0,13 | 0,10 | 0,07 | 0,05 | 0,18 | 0,14 |
| 14 | 3,43 | 350 | 0,7 | 3239,3 | 1400,3 | 4 | 1,634 | 4,248 | 0,29 | 0,20 | 0,12 | 0,08 | 0,30 | 0,21 |
| 15 | 2,94 | 300 | 0,6 | 3440,0 | 1200,2 | 4 | 1,330 | 3,458 | 0,33 | 0,20 | 0,11 | 0,07 | 0,29 | 0,17 |
| 16 | 2,45 | 250 | 0,5 | 3640,0 | 1000,8 | 7 | 2,480 | 6,448 | 0,70 | 0,35 | 0,25 | 0,12 | 0,64 | 0,32 |
| 17 | 1,96 | 200 | 0,4 | 3838,7 | 801,3 | 4 | 1,506 | 3,916 | 0,50 | 0,20 | 0,19 | 0,08 | 0,49 | 0,20 |
| 18 | 1,47 | 150 | 0,3 | 4039,0 | 600,8 | 3 | 1,170 | 3,042 | 0,50 | 0,15 | 0,20 | 0,06 | 0,51 | 0,15 |
| 19 | 0,98 | 100 | 0,2 | 4239,0 | 401,0 | 2 | 0,893 | 2,322 | 0,50 | 0,10 | 0,22 | 0,04 | 0,58 | 0,12 |
| 20 | 0,49 | 50 | 0,1 | 4439,0 | 200,7 | 1 | 0,518 | 1,347 | 0,50 | 0,05 | 0,26 | 0,03 | 0,67 | 0,07 |
| 21 | 0 | 0 | 0 | 4639,7 | 0,3 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

de repetabilitate s-au asigurat prin încercarea acestor traductoare la maşina etalon cu încărcări directe de 50 kN, cu incetitudinea de $5.10^{-5}$. Clasa de exactitate a acestor traductoare este 0,5. În aceste condiţii raportul de exactitate la transmiterea unităţii de măsură a forţei rezultă:

$$\frac{\text{clasă traductor}}{\text{clasă etalon}} = \frac{0{,}5\%}{5 \cdot 10^{-5} \cdot 100\%} = 100$$

Conform prevederilor standardizate, valoarea minimă care trebuie asigurată acestui raport este de $0{,}5\%/5 \cdot 10^{-4} \cdot 100\% = 10$.

### 3. Încercările efectuate

Traductoarele s-au încercat la zece trepte de sarcină uniform repartizate pe intervalul de măsurare, cu excepţia traductoarelor D 1327

și D 1352 care s-au încercat la nouă trepte de sarcină, după cum se arată în tabelul 2. Treptele de sarcină s-au aplicat în sens crescător pînă la sarcina nominală $F_n$ iar de aici în sens descrescător pînă la zero. Fiecare treaptă de sarcină s-a aplicat de cîte șase ori practic în condiții identice.

## 4. Caracteristicile determinate

Parametri metrologici determinați sînt redați în tabelul 3. Relațiile de calcul ale acestora sînt stabilite în concordanță cu prevederile standardelor în vigoare, cu precizarea că pe lîngă erorile raportate exprimate în procente din sarcina nominală, s-au calculat suplimentar și erorile relative exprimate în procente din treapta de sarcină măsurată.

## 5. Rezultatele obținute

Determinarea performanțelor de repetabilitate s-a efectuat după formulele din tabelul 3 pe cale analitică. Rezultatele obținute sînt cuprinse în tabelul 4 pentru primul traductor încercat (D 1009) și în tabele similare pentru celelalte traductoare. Cu ajutorul datelor din aceste tabele, în fig. 1 s-a reprezentat variația erorii de fidelitate relative $e_f$ și raportate $e_{fra}$ în funcție de natura solicitării (tracțiune-compresiune) și de sensul aplicării forței (încărcare-descărcare), iar în fig. 2 și 3 s-a reprezentat similar variația abaterii medii pătratice relative $s_r$ și raportate $s_{ra}$, respectiv a erorii limită relative $\Delta_r$ și raportate $\Delta_{ra}$. În partea din dreapta a fig. 1—3 s-a reprezentat și delimitarea domeniului de variație al acestor erori pentru tragerea unor concluzii. Interpretarea datelor din fig. 1—3 duce la constatările ce urmează.

5.1. *Dependența repetabilității de natura solicitării (tracțiune-compresiune)*:

— eroarea de fidelitate relativă (fig. 1) variază în intervalul (0...1,00)% la traductoarele de tracțiune, respectiv în intervalul (0...0,50)% la cele de compresiune, iar eroarea de fidelitate

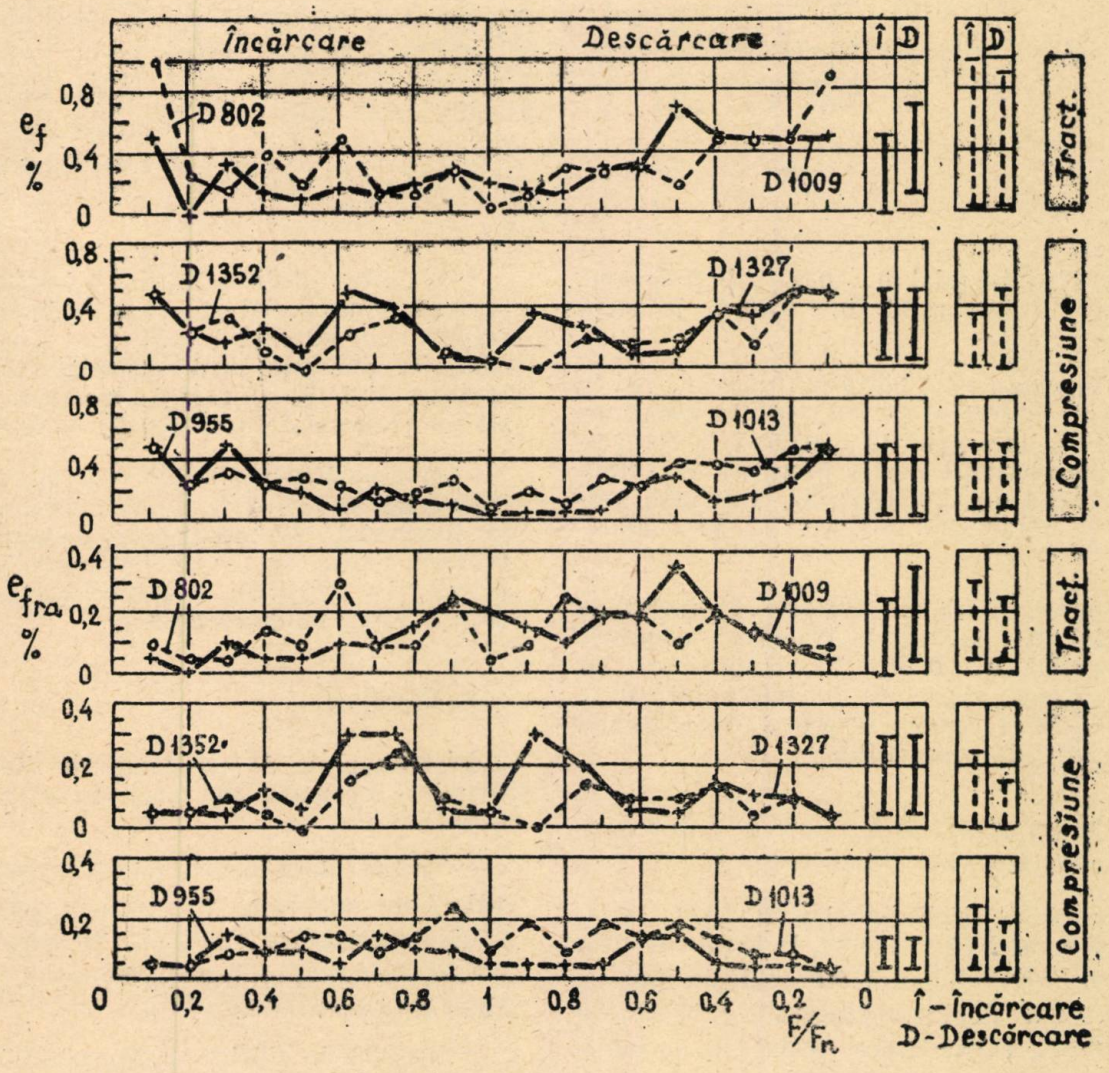



Fig. 1

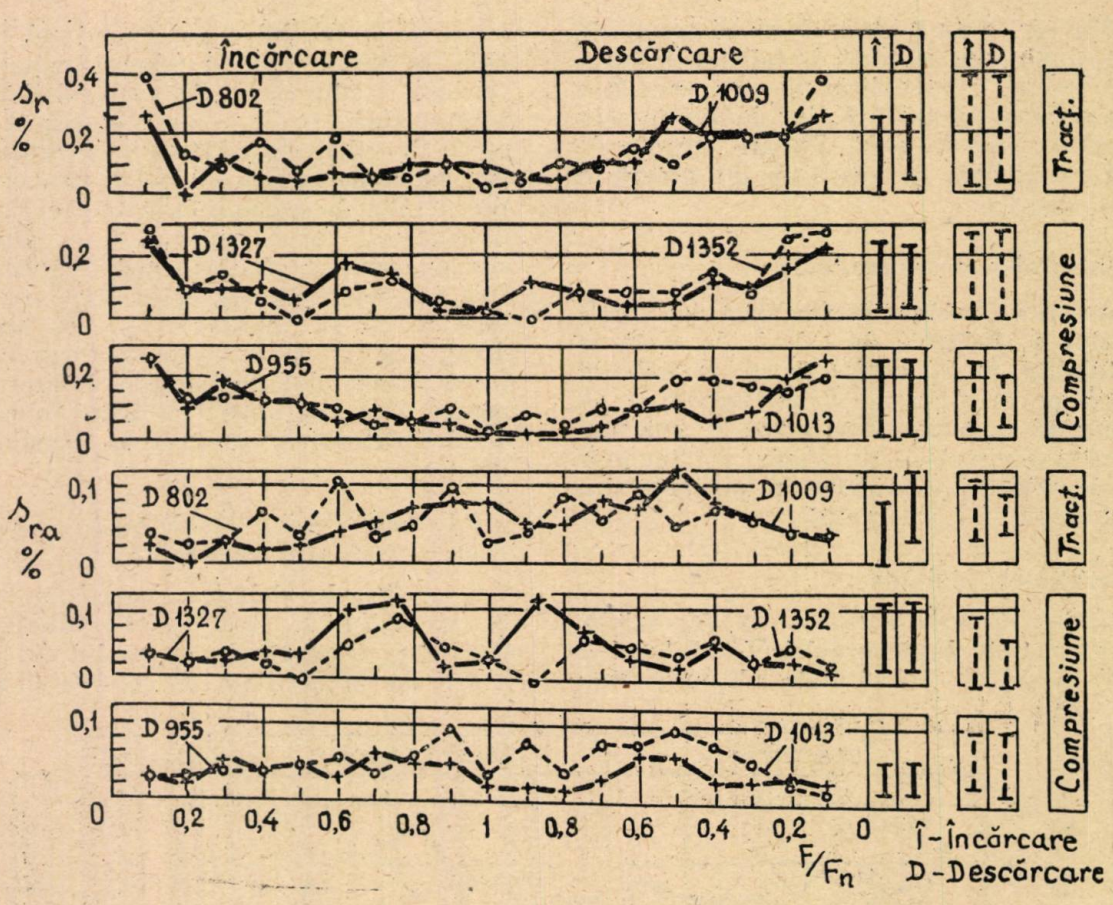



Fig. 2

raportată în intervalul (0...0,35)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0...0,30)% la compresiune;

— abaterea medie pătratică relativă (fig. 2) variază în intervalul (0...0,38)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0...0,28)% la compresiune, iar abaterea medie pătratică raportată în intervalul (0...0,12)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0...0,11)% la compresiune;

— eroarea limită relativă (fig. 3) variază în intervalul (0...0,99)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0...0,72)% la compresiune, iar eroarea limită raportată în intervalul (0... ...0,23)% la tracțiune, respectiv în intervalul (0...0,28)% la compresiune.

5.2. *Dependența repetabilității de sensul aplicării forței (încărcare-descărcare)*:

— eroarea de fidelitate relativă (fig. 1) variază în intervalul (0...1,00)% la încărcare, respectiv în intervalul (0...0,93)% la descărcare, iar eroarea de fidelitate raportată în intervalul (0...0,30)% la încărcare, respectiv în intervalul (0...0,35)% la descărcare;

— abaterea medie pătratică relativă (fig. 2) variază în intervalul (0...0,38)% la încărcare, respectiv în intervalul (0...0,38)% la descărcare, iar abaterea medie pătratică raportată în intervalul (0...0,11)% la încărcare, respectiv în intervalul (0...0,12)% la descărcare;

— eroarea limită relativă (fig. 3) variază în intervalul (0...0,98)% la încărcare, respectiv în intervalul (0...0,99)% la descărcare, iar eroarea limită raportată în intervalul (0... 0,28)% la încărcare, respectiv în intervalul (0...0,32)% la descărcare.

## 6. Concluzii

Performanțele de repetabilitate ale traductoarelor încercate se prezintă în ansamblu astfel:

— eroarea de fidelitate relativă înregistrează valori în intervalul (0...0,50)% cu excepția traductoarelor de tracțiune la care această eroare ajunge pînă la 1%, depășind (aparent) clasa de exactitate 0,5;

— eroarea de fidelitate raportată la valori în intervalul (0...0,35)%;

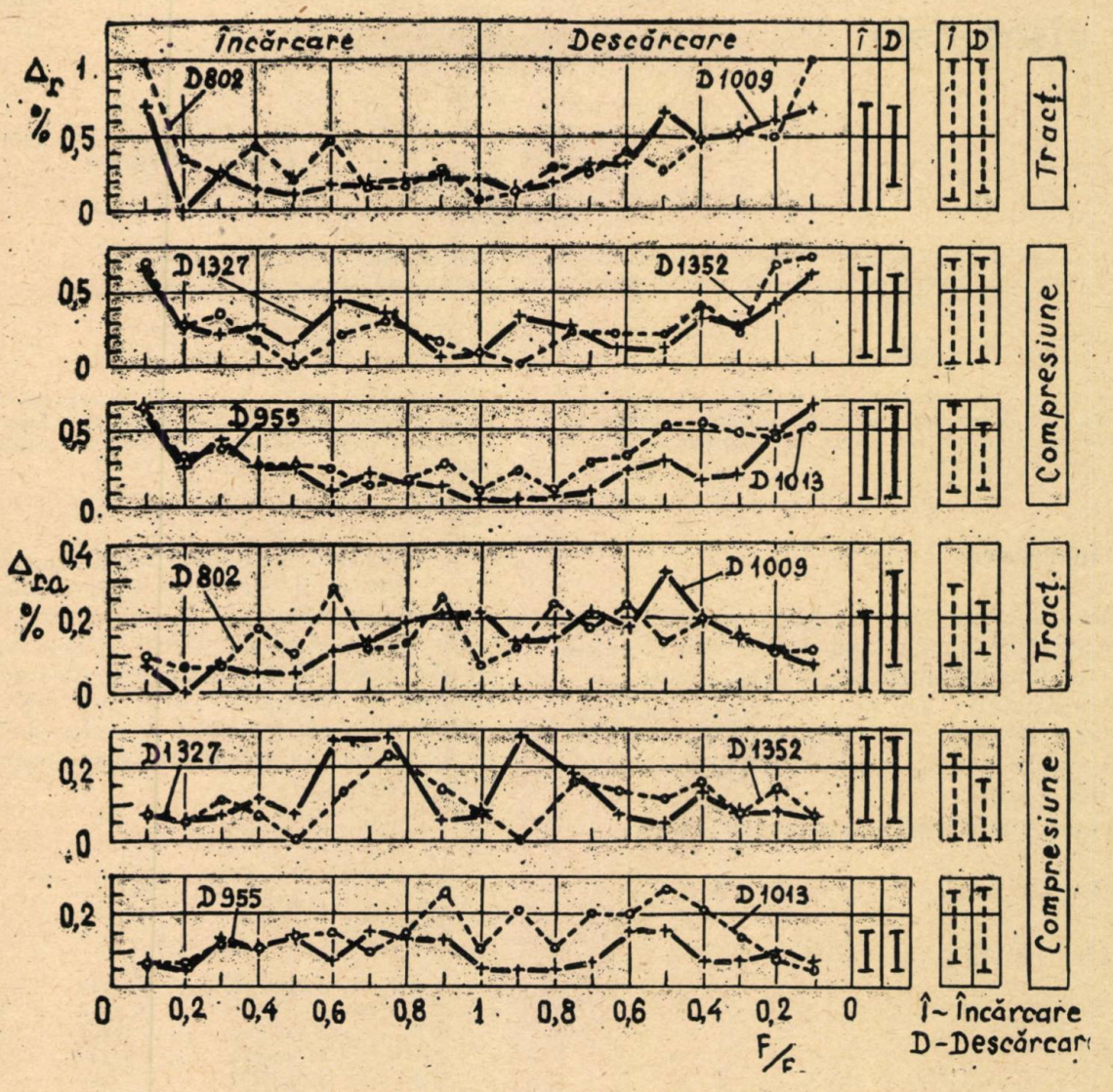



Fig. 3

— abaterea medie pătratică relativă înregistrează valori în intervalul (0...0,38)%;

— abaterea medie pătratică raportată la valori în intervalul (0...0,12)%;

— eroarea limită relativă înregistrează valori în intervalul (0...0,99)%, toate traductoarele depășind (aparent) clasa de exactitate;

— eroarea limită raportată la valori în intervalul (0...0,32)%.

În consecință, evaluarea cantitativă a performanțelor de repetabilitate a traductoarelor electrice de forțe se va face exclusiv în baza erorilor raportate (% din sarcina nominală), spre deosebire de dinamometrele mecanice ale căror caracteristici se exprimă în erori relative (% din sarcina măsurată), în caz contrar putînd să apară o înrăutățire artificială a performanțelor de repetabilitate.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Hang A.:* Elektronisches Messen mechanischer Grössen Verlag Carl Hanser, München 1969.
[2] *Rohrbach C:* Handbuch für elektrisches Messen mechanischer Grössen. VDI-Verlag, Düsseldorf 1967
[3] *Schulze K.:* Experimentelle Messtechnik im Maschinen. und Stahlbau. Verlag Technik, Berlin 1988.

# Date experimentale pentru realizarea unei sticle etalon de vîscozitate

*VLADIMIR CAZAN CORBASCA* și *ELENA IONESCU* *

**REZUMAT**

În această lucrare se dau rezultatele exprimentale obținute cu ajutorul metodelor și aparatelor descrise într-o lucrare teoretică în legătură cu realizarea unei sticle etalon de vîscozitate.

**Résumé**

Dans cet ouvrage on donne les rezultats experimentaux obtenues a l'aide des methodes et des appareils decrits dans un ouvrage theoretique concernant la realisation d'un verre etalon pour la viscosité.

**Abstract**

In this paper are comunicated the experimental results obtained with methodes and apparatus, described, in a theoretical paper, concerning a viscosity refference glass realisation.

## 1. Introducere

Într-o lucrare s-au stabilit principiile de bază ale măsurărilor penetrometrice absolute necesare unei sticle etalon de vîscozitate.

În continuare au fost efectuate măsurări prin metoda amintită la o sticlă de tip BK 7—R, realizată în cadrul ICPTSCF — secția de sticlă optică.

Compoziția oxidică a acestei sticle este :

$SiO_2 = 67{,}02\%$ ; $Na_2O = 6{,}68\%$ ;

$B_2O_3 = 10{,}83\%$ ; $BaO = 2{,}33\%$ ;

$K_2O = 12{,}53\%$

$CeO_2 = 0{,}6\%$

Criteriile principale în legătură cu stabilirea calității de sticlă etalon au fost luate, de asemenea, din lucrarea anterioară, ele fiind : omogenitate, reproductibilitate.

## 2. Omogenitatea sticlei BK 7-R la diferite nivele de volum ale probelor

Se reamintește că relația de bază în legătură cu nivelele volumetrice de omogenitate este :

$$V_K = \frac{V}{N} = \frac{V}{(2^k)^3} \qquad (1)$$

unde :

$V_K$ volumul rezultat din volumul inițial $V$ după dicotomii repetate ;

$N$ numărul de cuburi rezultate din aceste dicotomii efectuate asupra unei probe de sticlă.

Cu cît numărul de cuburi $N$ este mai mare, cu atît volumul $V_K$ pe care se efectuează măsurările de vîscozitate este mai mic (2).

S-au efectuat măsurări de indici de refracție pe 12 probe și s-au obținut următoarele rezultate pentru $n_d$ :

*Tabelul 1*

| Nr. probei | Densitate g/cm³ | Indice de refracție $n_d$ | Observații |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 ,5229086 | 1 ,52254 | |
| 2 | — | 1 ,52259 | Valoare |
| 3 | 2 ,5228(*a*) | 1 ,52258 | depășită |
| 4 | 2 ,5229991 | 1 ,52259 | |
| 5 | 2 ,5230352 | 1 ,52266 | |
| 6 | 2 ,5227276 | 1 ,52242 | |
| 7 | 2 ,5228543 | 1 ,52253 | |
| 8 | 2 ,5227276 | 1 ,52243 | |
| 9 | 2 ,522438 | 1 ,52257 | |
| 10 | 2 ,5229448 | 1 ,52249 | |
| 11 | 2 ,5229267 | 1 ,52263 | |
| 12 | 2 ,5229086 | 1 ,52255 | |

(*a*) — probă etalon determinată la picnometru.

Din datele tabelului 1 s-au calculat dispersia $s^2 = 0{,}707) \times 10^{-8}$, abaterea medie pătratică $s = \pm\, 0{,}84092) \times 10^{-4}$.

(Ca o primă observație, valorile indicilor de refracție sînt egale pînă la a treia zecimală inclusiv).

În continuare, pe aceleași probe în formă de prismă dreptunghiulară s-a determinat omogenitatea prin metoda flotației (*Preston*).

Valorile densităților probelor sînt indicate în tabelul 1.

Valoarea dispersie fără corecție de repetabilitate este $s_0^2 = 0{,}308939 \times 10^{-7}$ ; repetabilitatea este $s_R^2 = 0{,}1275 \times 10^{-8}$.

* Institutul de Cercetări și Proiectări Tehnologii Sticlă și Ceramică Fină București.

$$s^2 = s_0^2 - s_R^2 = (0{,}308939 \times 10^{-7})^2 -$$

$$- (0{,}1275 \times 10^{-8})^2 = 2{,}96184 \times 10^{-8}$$

$$s = \pm 0{,}1721 \times 10^{-3}\ \text{g/cm}^3.$$

Determinările de omogenitate se referă la un volum de :

$$V_K \cong 2\ \text{cm}^3$$

Omogenitatea este foarte bună atît la măsurările de indici de refracție $n_d$, cît și la măsurările de densitate prin metoda flotației (s-ar fi putut calcula direct densitatea din indicele de refracție știut fiind că aceste 2 proprietăți diferă printr-o constantă, dar s-au preferat măsurările directe ca fiind mai la obiect).

În continuare, în cursul măsurărilor reologice prin penetrometrie, aplicîndu-se testarea omogenității pe volume mici, specifice acestei metode, s-au obținut valori de omogenitate în discordanță cu valorile obținute prin măsurări de indici de refracție și densimetrie.

În cele ce urmează după redarea valorilor de vîscozitate obținute prin penetrometrie, (paragraful 3), se vor folosi aceste valori pentru stabilirea unei omogenittți la un volum $V_k$ mult mai mic decît cel corespunzător testării omogenității prin densitate sau prin indici de refracție $n_d$.

Omogenitatea uneisticle poate fi experimată și cu ajutorul măsurărilor altor proprietăți cum ar fi, de exemplu, vîscozitatea.

Pentru a ajunge la concluzii asupra omogenității testată prin vîscozitate s-au inițiat măsurări de reologie penetrometrică.

### 3. Măsurători de vîscozitate prin penetrometrie

Într-o lucrare anterioară [2] s-au descris metode penetrometrice de măsurare a vîscozității în tot intervalul larg între $10^{13}...10^4$ poise.

Ca prim experiment s-a folosit penetrometrul de vîscozitate ridicată (temperaturi joase) în intervale $10^{13}...10^8$ poise, metodă absolută care folosește o tijă penetrometrică din inox.

Formulele folosite la determinări sînt :

$$\eta = \frac{m \cdot g}{2\pi \cdot v \cdot l} \times \frac{D - d}{D} \qquad (3)$$

$$v = \frac{l}{\tau} \qquad (4)$$

$$v = \frac{l_{max} - l_{min}}{(\tau_{max} - \tau_{min}) \times 60}\ [\text{cm/s}] \qquad (5)$$

în care :

- $\eta$ vîscozitatea sticlei ;
- $m$ masa tijei penetrometrice cu sau fără greutăți adiționale (g) ;
- $g$ accelerația gravitațională la locul determinării $\text{cm} \cdot \text{s}^{-2}$
- $l$ adîncimea de penetrare ; (cm)
- $v$ viteza de penetrare ; $(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$
- $\tau$ timpul corespunzător unei penetrări de adîncime „$l$" ; (min)
- $D$ valoarea craterului. Aceasta a fost măsurată după ce suprafața probei a fost șlefuită cu o hîrtie abrazivă fină ; (cm)
- $d$ diametrul tijei de penentrare ; (cm)

(Se subliniază că mărimea „$l$" este inclusă în adîncimea totală „$h$" a sticlei și este corespunzătoare din punct de vedere grafic cu segmente de dreaptă „$h$").

Descrierea aparatului și modul general de lucru au fost prezentate în lucrarea [2]) — deci nu se va mai insista în lucrarea de față.

S-au efectuat determinări la 3 temperaturi diferite și anume : 550°C ; 590°C și 640°C pe plăcuțe de sticlă de grosime ~0,3 cm.

În tabelul 2 se dau sintetizate rezultatele măsurărilor obținute la temperatura de 550°C (fig. 1).

*Tabelul 2*

| Nr. crt. | Temperatura de lucru | Greutate folosită | $D$-diametru crater | $d$-diametrul tijei | $v$ — viteză de penetrare | $l_{min}$ | $l_{max}$ | $\tau_{min}$ | $\tau_{max}$ | lng $\eta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | °C | g | cm | cm | cm/s | cm | cm | min | min | |
| 1 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}5906 \times 10^{-5}$ | 0,00778 | 0,01345 | 7 | 23 | 11,88 |
| 2 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}55 \times 10^{-5}$ | 0,068 | 0,013 | 7 | 22 | 11,965 |
| 3 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}213 \times 10^{-5}$ | 0,00483 | 0,00765 | 8 | 30 | 12,625 |
| 4 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}561 \times 10^{-5}$ | 0,009165 | 0,0152 | 6 | 24 | 11,87 |
| 5 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}2707 \times 10^{-5}$ | 0,00876 | 0,0121 | 8 | 29 | 12,44 |
| 6 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}377 \times 10^{-5}$ | 0,00409 | 0,0086 | 6 | 26 | 12,18 |
| 7 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}203 = 10^{-5}$ | 0,0038 | 0,0071 | 3 | 30 | 12,58 |
| 8 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}539 \times 10^{-5}$ | 0,0062 | 0,013 | 5 | 26 | 11,84 |
| 9 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}1769 \times 10^{-5}$ | 0,00554 | 0,0077 | 9 | 30 | 12,81 |
| 10 | 550 | 2111 | 0,13 | 0,12 | $0{,}297 \times 10^{-5}$ | 0,0051 | 0,0090 | 6 | 28 | 12,339 |

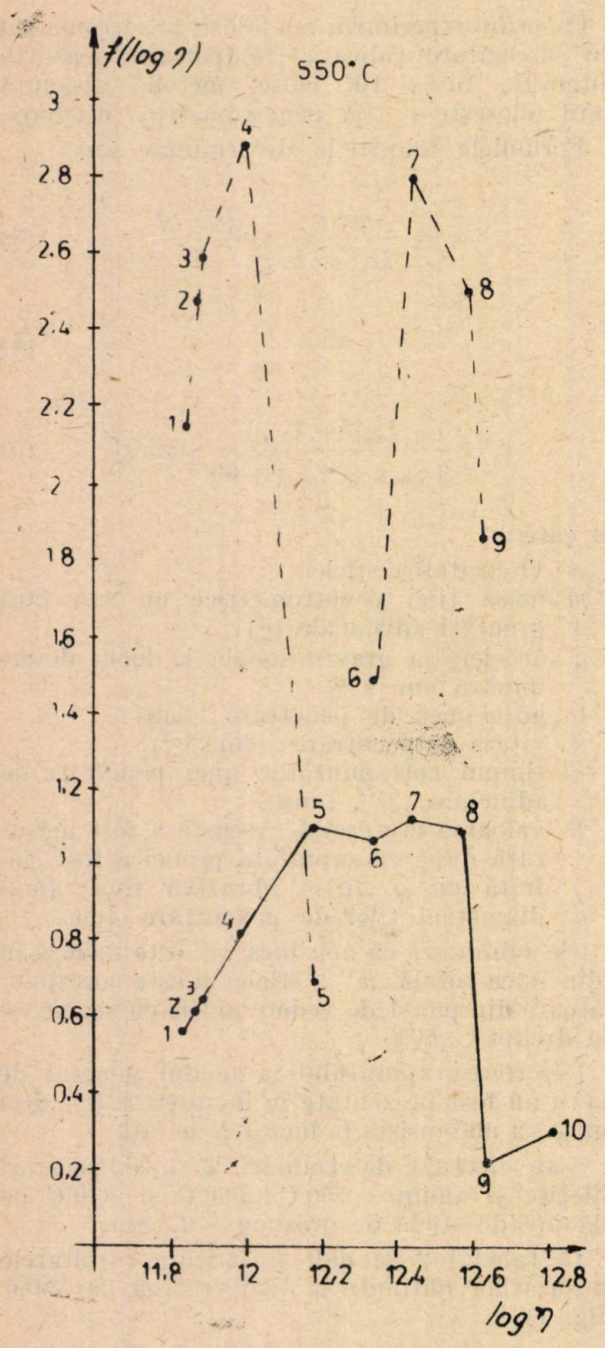



Fig. 2

Cu aceste valori s-a încercat să se calculeze o curbă Gauss bazîndu-se pe formula clasică :

$$f(\log \eta_{i,k}) = \frac{1}{s \times \sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(\log \eta_i - \log \bar{\eta})^2}{2s^2}} \qquad (6)$$

în care :

$f(\log \eta_{ik})$ — funcţie de probabilitate a existenţei lui $\log \eta_{i,k}$

$s$ abaterea medie pătratică ;

$\eta$ vîscozitatea determinată ;

$\log \eta$ media log vîscozităţilor determinate la aceeaşi temperatură ;

$s^2$ dispersia-

S-a obţinut următoarea corespondenţă de valori :

*Tabelul 3*

| $\log \eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| $\log \eta_8 = 11,84$ | $f_8 = 0,56197$ |
| $\log \eta_4 = 11,8702$ | $f_4 = 0,6234$ |
| $\log \eta_1 = 11,88$ | $f_1 = 0,6437$ |
| $\log \eta_2 = 11,965$ | $f_2 = 0,8211$ |
| $\log \eta_6 = 12,18$ | $f_6 = 1,1469 - M$ |
| $\log \eta_{10} = 12,339$ | $f_{10} = 1,1362$ |
| $\log \eta_5 = 12,44$ | $f_5 = 1,1557 - M$ |
| $\log \eta_7 = 12,5774$ | $f_7 = 1,1450$ |
| $\log \eta_3 = 12,625$ | $f_3 = 0,22$ |
| $\log \eta_9 = 12,81$ | $f_9 = 0,30 - M$ |

Indicii cifrici de la valorile $\log \eta$ reprezintă ordinea cronologică a măsurărilor.

În mod normal corespondenţa vîscozitate-funcţie de probabilitate, trebuie să prezinte la jumătatea valorilor $f(\log \eta_{ik})$ un maxim. După cum se observă din tabelul 3 acest lucru nu se respectă, deci nu se poate construi o curbă Gauss.

În continuare s-au format 3 subgrupe cu valorile vîscozităţilor şi funcţiile de probabilitate respective. Astfel :

*Tabelul 4*

Subgrupa 1

| $\log \eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| $\log \eta_8 = 11,84$ | $f_8 = 2,151887$ |
| $\log \eta_4 = 11,87$ | $f_4 = 2,4829238$ |
| $\log \eta_1 = 11,88$ | $f_1 = 2,577098$ |
| $\log \eta_2 = 11,96$ | $f_2 = 2,8737782 - M$ |
| $\log \eta_6 = 12,18$ | $f_6 = 0,687823$ |

Subgrupa 2 *Tabelul 5*

| $\log \eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| $\log \eta_{10} = 12,339$ | $f_{10} = 1,4915522$ |
| $\log \eta_5 = 12,44$ | $f_5 = 2,7956754 - M$ |
| $\log \eta_7 = 12,5774$ | $f_7 = 2,5099992$ |
| $\log \eta_3 = 12,625$ | $f_3 = 1,866723$ |

Subgrupa 3 *Tabelul 6*

| | |
|---|---|
| $\log \eta_9 = 12,81$ | $f_9 =$ nedeterminată |

Între ultima valoare din subgrupa 1 şi prima din subgrupa a doua este diferenţa de 0,16, care este mai mare decît orice diferenţă dintre valorile din interiorul unei subgrupe.

De asemenea, între ultima valoare a subgrupei doi şi valoarea unică $\log \eta$ din subgrupa a treia, diferenţa este de 0,19 mai mare decît toate diferenţele elementelor din grupa a doua.

Funcţiile de probabilitate din subgrupele de mai sus au fost calculate cu ajutorul mediilor valorilor din subgrupele respective.

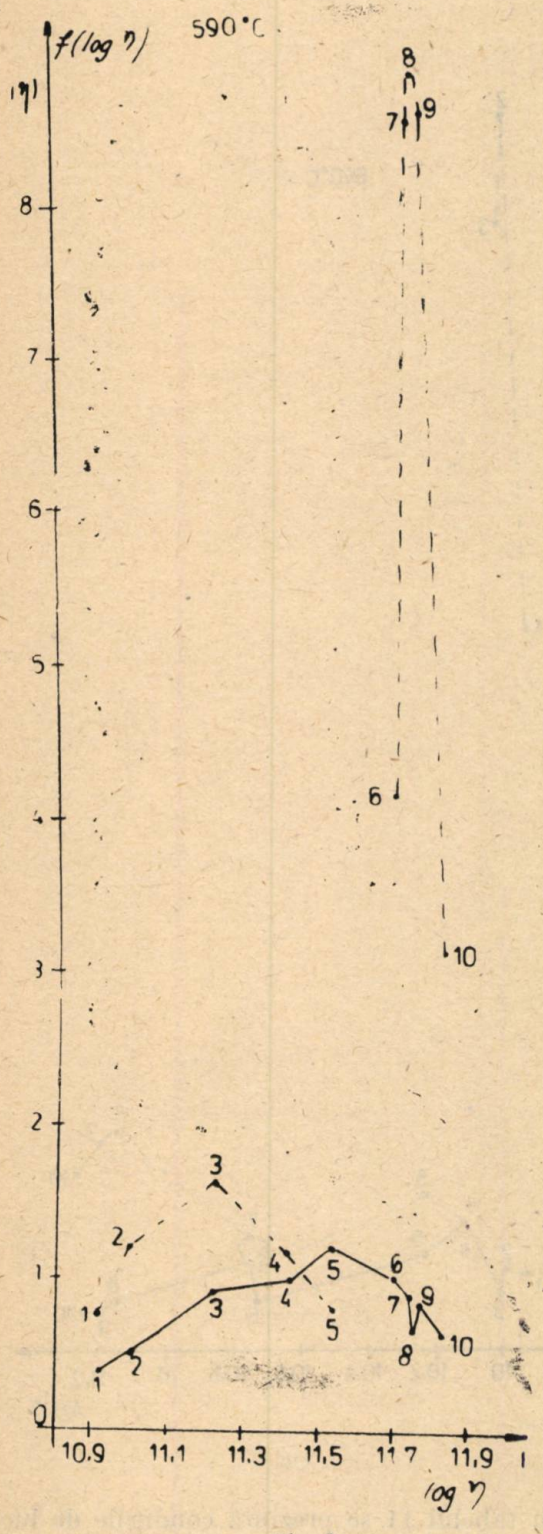



Fig. 2

**Ipoteze :** Există o incompatibilitate statistică de existenţă a unei singure sticle semnalată prin tabelul 3, mai precis în lipsa unui maxim unic al funcţiei $f(\log \eta_{i,k})$. Cu ajutorul tabelelor 4, 5 şi 6 se semnalează o compatibilitate statistică pentru existenţa a cel puţin 3 sticle nemiscibile în proba testată.

Pentru valorile cuprinse în tabelul 4 dispersia are valoarea $s^2 = 0{,}01908$ şi abaterea medie pătratică este de $s = \pm 0{,}1381303$.

Pentru valorile din tabelul 5 dispersia este $s^2 = 0{,}0170164$, iar abaterea medie pătratică $s = \pm 0{,}1304469$.

Pentru valoarea din subgrupa a treia funcţia de probabilitate este nedeterminată.

În continuare s-au efectuat determinări penetrometrice la temperatura de 590°C (fig. 2).

Din rezultatele obţinute se constată şi de această dată o incompatibilitate statistică de existenţă a unei singure sticle în proba testată (tabelul 7).

*Tabelul 7*

| Nr. crt. | Temperatura de lucru °C | Greutatea folosită g | $l_{min}$ cm | $l_{max}$ cm | $\tau_{min}$ min | $\tau_{max}$ min | Viteza de pătrunder cm/s | $D$ cm | $d$ cm | log η |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 590 | 2111 | 0,0215 | 0,054 | 5 | 28 | $0{,}2355 \times 10^{-4}$ | 0,2 | 0,12 | 11,237 |
| 2 | 590 | 2111 | 0,02075 | 0,03275 | 10 | 30 | $0{,}1 \times 10^{-4}$ | 0,2 | 0,12 | 11,043 |
| 3 | 590 | 2111 | 0,0155 | 0,03475 | 11 | 28 | $0{,}18 \times 10^{-4}$ | 0,35 | 0,12 | 11,7759 |
| 4 | 590 | 2111 | 0,0215 | 0,03675 | 9 | 24 | $0{,}169 \times 10^{-4}$ | 0,25 | 0,12 | 11,8221 |
| 5 | 590 | 2111 | 0,04575 | 0,06475 | 5 | 29 | $0{,}131 \times 10^{-4}$ | 0,2 | 0,12 | 11,42 |
| 6 | 590 | 2111 | 0,021 | 0,0375 | 11 | 30 | $0{,}144 \times 10^{-4}$ | 0,2 | 0,12 | 11,74 |
| 7 | 590 | 2111 | 0,029 | 0,0445 | 13 | 16 | $0{,}198 \times 10^{-4}$ | 0,25 | 0,12 | 11,746 |
| 8 | 590 | 2111 | 0,01525 | 0,0355 | 5 | 25 | $0{,}168 \times 10^{-4}$ | 0,25 | 0,12 | 11,70 |
| 9 | 590 | 2111 | 0,0105 | 0,035 | 3 | 29 | $0{,}157 \times 10^{-4}$ | 0,20 | 0,12 | 11,5351 |
| 10 | 590 | 2111 | 0,0205 | 0,03425 | 9 | 29 | $0{,}114 \times 10^{-4}$ | 0,2 | 0,12 | 10,92 |

Pe baza tabelului 7 se extrag datele din tabelul 8 observînd variaţia log $\eta$ şi $f(\log \eta_{i,k})$

*Tabelul 8*

| log $\eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| log $\eta_{10}$ = 10 ,923 | $f_{10}$ = 0 ,2680574 |
| log $\eta_2$ = 11 ,04 | $f_2$ = 0 ,4673493 |
| log $\eta_1$ = 11 ,237 | $f_1$ = 0 ,8978938 |
| log $\eta_5$ = 11 ,42 | $f_5$ = 0 ,975325 |
| log $\eta_9$ = 11 ,5351 | $f_9$ = 1 ,2099814 — $M$ |
| log $\eta_8$ = 11 ,70 | $f_8$ = 0 ,998812 |
| log $\eta_6$ = 11 ,74 | $f_6$ = 0 ,8814555 |
| log $\eta_7$ = 11 ,746 | $f_7$ = 0 ,74164 |
| log $\eta_3$ = 11 ,77 | $f_3$ = 0 ,8525989 — $M$ |
| log $\eta_4$ = 11 ,82 | $f_4$ = 0 ,7404043 |

Cu datele din tabelul 8 nu se poate construi o curbă Gauss. De aceea aşa cum s-a observat la grupul de determinări anterior la temperatura de 550°C, se vor forma 2 subgrupe de valori ale vîscozităţii care sînt cuprinse în tabelele 9 şi 10.

Funcţiile din aceste tabele sînt calculate prin aceeaşi metodă ca cele obţinute la temperatura de 550 °C.

*Tabelul 9*

*Subgrupa 1*

| log $\eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| log $\eta_{10}$ = 10 ,923 | $f_{10}$ = 0 ,7542178 |
| log $\eta_2$ = 11 ,04 | $f_2$ = 1 ,1826 |
| log $\eta_1$ = 11 ,237 | $f_1$ = 1 ,5660 — $M$ |
| log $\eta_5$ = 11 ,42 | $f_5$ = 1 ,1895 |
| log $\eta_9$ = 11 ,5351 | $f_9$ = 0 ,7681 |

*Tabelul 10*

*Subgrupa 2*

| log $\eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| log $\eta_8$ = 11 ,70 | $f_8$ = 4 ,134 |
| log $\eta_6$ = 11 ,74 | $f_6$ = 8 ,5269 |
| log $\eta_7$ = 11 ,746 | $f_7$ = 8 ,8539 — $M$ |
| log $\eta_3$ = 11 ,77 | $f_3$ = 8 ,5721 |
| log $\eta_4$ = 11 ,82 | $f_4$ = 3 ,0317 |

Pentru valorile cuprinse în tabelul 8 dispersia are valoarea $s^2$ = 0,0648934 iar abaterea medie pătratică este $s = \pm 0{,}25474$ ; iar pentru valorile din tabelul 10 dispersia este $s^2$ = 0,001945 iar abaterea medie pătratică este $s = \pm$ 0,04410.

Ultimele măsurări pentru determinarea vîscozităţii prin metode penetrometrice s-au efectuate la 640°C. (Fig. 9).

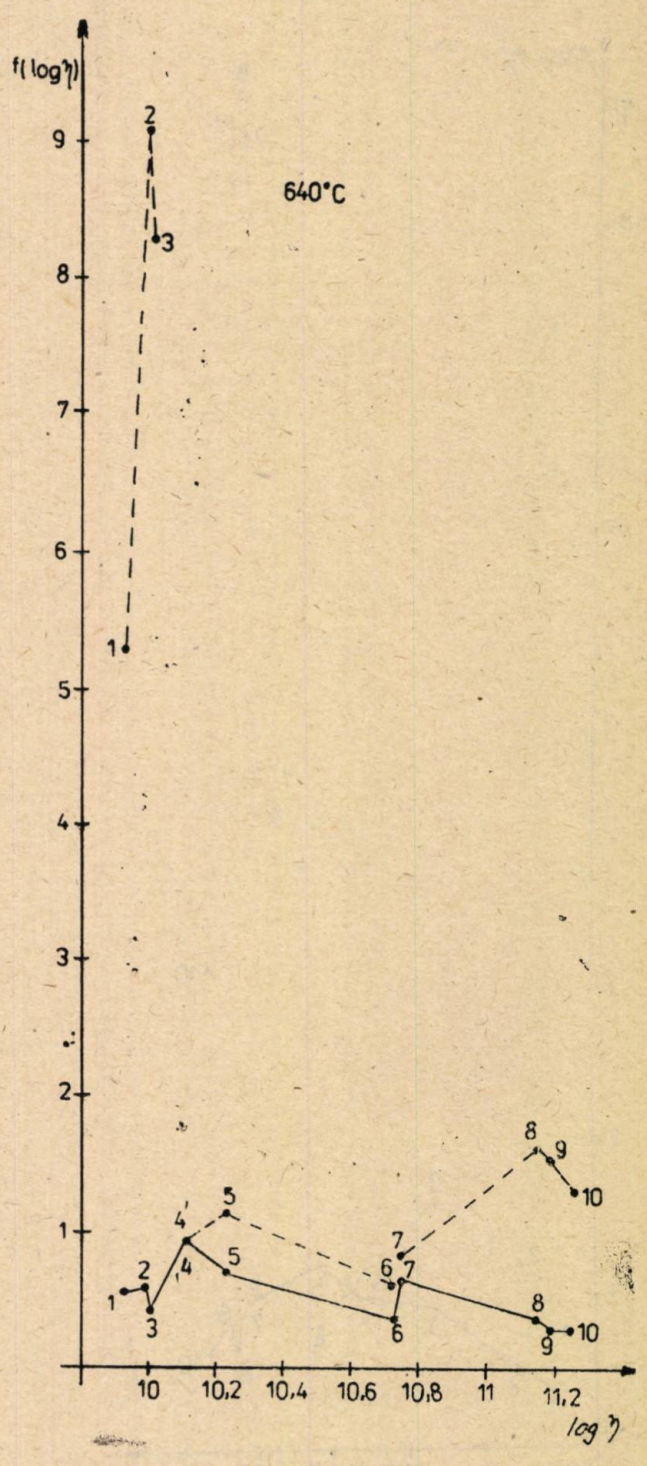



Fig. 3

În tabelul 11 se prezintă condiţiile de lucru şi rezultatele obţinute.

Pe baza tabelului 11 se extrag datele în tabelul 12 observînd variaţia log $\eta$ şi $f(\log \eta_{i,k})$.

Din tabelul 12 se constată, de asemenea, o incompatibilitate statistică de existenţă a unei singure sticle. Tabelele 13, 14 şi 15 subliniază 3 subgrupe de asemenea valori, compuse din datele tabelului 12 reprezentînd trei sticle diferite nemiscibile.

*Tabelul 11*

| Nr. crt. | Temperatura de lucru | Greutatea folosită | $l_{min}$ | $l_{max}$ | $\tau_{min}$ | $\tau_{max}$ | Viteza de pătrundere | $D$ | $d$ | log $\eta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | °C | g | cm | cm | min | min | cm/s | cm | cm | |
| 1 | 640 | 2111 | 0,118 | 0,240 | 7 | 18 | $1,848 \times 10^{-4}$ | 0,4 | 0,12 | 10,01 |
| 2 | 640 | 2111 | 0,1645 | 0,284 | 15 | 30 | $1,327 \times 10^{-4}$ | 0,7 | 0,12 | 10,2368 |
| 3 | 640 | 2111 | 0,09 | 0,204 | 8 | 26 | $1,646 \times 10^{-4}$ | 0,6 | 0,12 | 10,13 |
| 4 | 640 | 2111 | 0,142 | 0,270 | 8 | 19 | $1,939 \times 10^{-4}$ | 0,5 | 0,12 | 10,004 |
| 5 | 640 | 2111 | 0,0767 | 0,116 | 12 | 30 | $0,364 \times 10^{-4}$ | 0,4 | 0,12 | 11,2079 |
| 6 | 640 | 2111 | 0,114 | 0,271 | 4 | 18 | $1,84 \times 10^{-4}$ | 0,5 | 0,12 | 9,94 |
| 7 | 640 | 2111 | 0,086 | 0,152 | 12 | 30 | $0,611 \times 10^{-4}$ | 0,35 | 0,12 | 10,7306 |
| 8 | 640 | 2111 | 0,104 | 0,164 | 16 | 30 | $0,714 \times 10^{-4}$ | 0,45 | 0,12 | 10,75 |
| 9 | 640 | 2111 | 0,05 | 0,0885 | 13 | 30 | $0,377 \times 10^{-4}$ | 0,35 | 0,12 | 11,173 |
| 10 | 640 | 2111 | 0,05 | 0,085 | 11 | 30 | $0,307 \times 10^{-4}$ | 0,3 | 0,12 | 11,268 |

*Tabelul 12*

| log $\eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| $\log \eta_6 = 9,94$ | $f_6 = 0,5364671$ |
| $\log \eta_4 = 10,004$ | $f_4 = 0,6077639 - M$ |
| $\log \eta_1 = 10,01$ | $f_1 = 0,4522918$ |
| $\log \eta_3 = 10,13$ | $f_3 = 0,9430995 - M$ |
| $\log \eta_2 = 10,2368$ | $f_2 = 0,6852889$ |
| $\log \eta_7 = 10,7306$ | $f_7 = 0,3763216$ |
| $\log \eta_8 = 10,75$ | $f_8 = 0,6852889 - M$ |
| $\log \eta_9 = 11,173$ | $f_9 = 0,3763216$ |
| $\log \eta_5 = 11,2079$ | $f_5 = 0,3485576$ |
| $\log \eta_{10} = 11,268$ | $f_{10} = 0,3025089$ |

*Tabelul 13*

Subgrupa I

| log $\eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| $\log \eta_6 = 9,94$ | $f_6 = 5,3013566$ |
| $\log \eta_4 = 10,004$ | $f_4 = 9,084433 - M$ |
| $\log \eta_1 = 10,01$ | $f_1 = 8,310707$ |

*Tabelul 14*

Subgrupa 2

| log $\eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| $\log \eta_3 = 10,13$ | $f_3 = 0,9499672$ |
| $\log \eta_2 = 10,2368$ | $f_2 = 1,148465 - M$ |
| $\log \eta_7 = 10,7306$ | $f_7 = 0,6513719$ |

*Tabelul 15*

Subgrupa 3

| log $\eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| $\log \eta_8 = 10,75$ | $f_8 = 0,565898$ |
| $\log \eta_9 = 11,173$ | $f_9 = 1,6086515 - M$ |
| $\log \eta_5 = 11,2079$ | $f_5 = 1,5200638$ |
| $\log \eta_{10} = 11,268$ | $f_{10} = 1,3101486$ |

Pentru datele cuprinse în tabelul 13 dispersia are valoarea $s^2 = 0,00150528$ și abaterea medie pătratică este de $s = \pm 0,038798$; pentru datele cuprinse în tabelul 14 dispersia are valoarea $s^2 = 0,10266$ iar abaterea medie pătratică este $s = \pm 0,3204072$;
pentru datele cuprinse în tabelul 15 dispersia are valoarea $s^2 = 0,055898$ iar abaterea medie pătratică este $s = \pm 0,2364282$.

Cu valorile abaterii medii pătratice „$s$" corespunzătoare celor trei grupe de determinări la temperaturi diferite (550°C; 590°C; 640°C) se construiește graficul 4 în care pe axa

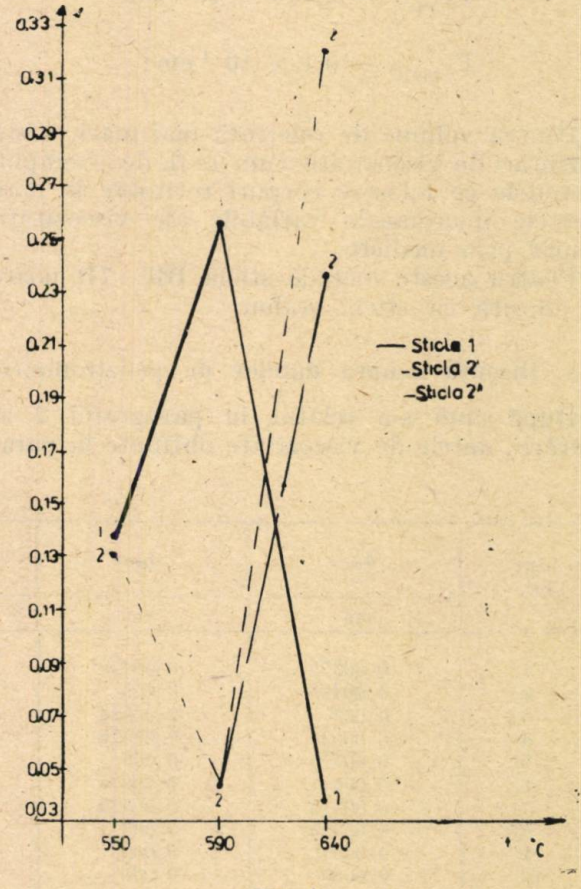



Fig. 4

orizontală sînt temperaturile, iar pe axa verticală valorile lui „$s$".

Se remarcă faptul că la 550°C sînt evidenţiate două sticle nemiscibile care prezintă „$s$"-uri foarte apropiate.

Pentru temperatura de 590°C la sticla 1 avem un „$s$" maxim şi la sticla 2 un „$s$" minim.

În final, la temperatura de 640°C avem cel puţin 3 sticle nemiscibile cu un „$s$" minim la sticla 1 şi cu 2 „$s$" maxime la sticla 2 care se divide în alte 2 sticle 2′ şi 2″.

Sintetic exprimat, pe măsură ce o sticlă îşi precizează compoziţia în jurul unei valori cu abateri mici, cealaltă îşi împrăştie compoziţia în jurul unei valori cu abateri mari. Aceste fluctuaţii invers proporţionale sînt în final de natură termodinamică şi interpretarea lor depăşeşte deocamdată aspectul metrologic tratat în această lucrare.

Trebuie totuşi desprinsă o concluzie generală şi anume că în intervalul de temperaturi 550...640 respectiv în intervalul de vîscozitate $10^{12}...10^{10}$ poise, sticla BK—7R nu poate fi folosită ca sticlă etalon datorită acestei nemiscibilităţi (apariţia a mai multor sticle diferite coexistente) pentru volumele de referinţă pentru testarea omogenităţii:

$$V_{k\,550\,°C} = 4{,}93 \times 10^{-5}\text{cm}^3$$

$$V_{k\,590\,°C} = 2{,}139 \times 10^{-3}\,\text{cm}^3$$

$$V_{k\,640\,°C} = 0{,}1 \times 10^{-1}\,\text{cm}^3$$

Pentru volume de referinţă mai mari există măsurări de vîscozitate cum ar fi, de exemplu, metodele ce folosesc corpuri rotitoare în care efectele microfazale variabile ale vîscozităţii dispar prin mediere.

Pentru aceste metode sticla BK—7R poate fi folosită ca sticlă etalon.

### 4. Discuţii asupra datelor de penetrometrie

După cum s-a relatat în paragraful 2 al lucrării, datele de vîscozitate obţinute la paragraful 3 pot fi folosite la testarea omogenităţii sticlei pentru un volum $V_k$ de ordinul $5 \times 10^{-6}\,\text{cm}^3$, care coincide cu dimensiunea unor microfaze.

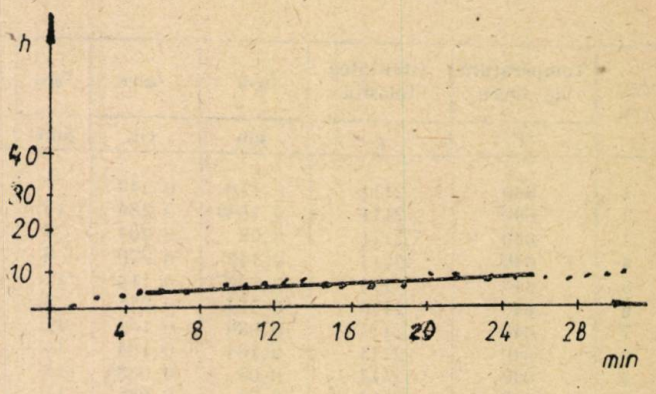



Fig. 5

Folosindu-se formulele 3 şi 4 (paragraful 3) pentru segmente de dreaptă mici, conform fig. 5 se obţin următoarele rezultate cuprinse în tabelul 16 (pentru determinări la 550°C).

Segmentele luate în calcul au toate pantă pozitivă, iar segmentele cu pantă negativă au fost înlăturate. Ele corespund unor microfaze aflate în stare rigidă cu vînscozitate infinită ce pot fi asimilate unui mecanism elastic. Fenomenul este complex, tija penetrometrică neputînd străbate un mediu rigid, dislocă aceste microfaze translatîndu-le în dreapta şi în stînga şi rupînd nişte forţe de legătură mai slabe existente între interfeţele microfazelor.

În continuare, cu cele 10 valori de vîscozitate din tabelul 14 se calculează media, dispersia, abaterea medie pătratică şi funcţiile de probabilitate aferente.

Toate aceste date se află în tabelul 17.

$\overline{\log \eta} = 12{,}533178$ (Această valoare este diferită de valoarea $\log \eta = 12{,}18$ determinată prin calcularea dreptei de regresie A—B din fig. 5. Deci existenţa unor segmente cu pantă negativă ero-

*Tabelul 16*

| Nr. crt. | $h_{min}$ | $h_{max}$ | $t_{min}$ | $t_{max}$ | viteza | $\log \eta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | cm | cm | min | min | cm/s | |
| 1 | 0,00375 | 0,00425 | 7 | 8 | 0,0000083 | 12,78 |
| 2 | 0,00425 | 0,005 | 8 | 9 | 0,0000125 | 12,43 |
| 3 | 0,005 | 0,00525 | 9 | 10 | 0,000004166 | 13,38 |
| 4 | 0,00524 | 0,00575 | 10 | 11 | 0,00000832 | 12,78 |
| 5 | 0,00575 | 0,006 | 11 | 12 | 0,000004165 | 13,38 |
| 6 | 0,006 | 0,00675 | 12 | 13 | 0,00000125 | 12,43 |
| 7 | 0,00375 | 0,00525 | 16 | 17 | 0,0000025 | 11,83 |
| 8 | 0,00525 | 0,007 | 17 | 18 | 0,00000291 | 1,697 |
| 9 | 0,0007 | 0,0085 | 18 | 19 | 0,0000025 | 11,83 |
| 10 | 0,0085 | 0,009 | 19 | 20 | 0,00000833 | 12,78 |

nează rezultatele valorilor vîscozităţilor în penetrometrie).

Calculul dreptei de regresie se efectuează cu relaţiile (7), (8) şi (9)

$$s^2 = 0{,}3727281$$

$$s = \pm\, 0{,}6105146$$

*Tabelul 17*

| $\log \eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|
| $\log \eta_8 = 11{,}697$ | $f_8 = 0{,}2557$ |
| $\log \eta_9 = 11{,}83$ | $f_9 = 0{,}3371$ |
| $\log \eta_7 = 11{,}83$ | $f_7 = 0{,}3371$ |
| $\log \eta_2 = 12{,}43$ | $f_2 = 0{,}6448$ M |
| $\log \eta_6 = 12{,}43$ | $f_6 = 0{,}6448$ M |
| $\log \eta_1 = 12{,}78$ | $f_1 = 0{,}5956$ |
| $\log \eta_4 = 12{,}78$ | $f_4 = 0{,}5956$ |
| $\log \eta_{10} = 12{,}78$ | $f_{10} = 0{,}5956$ |
| $\log \eta_3 = 13{,}38$ | $f_3 = 0{,}5458$ |
| $\log \eta_5 = 13{,}38$ | $f_5 = 0{,}5458$ |

Se dă, în continuare, şi un exemplu de determinare a vîscozităţii cu ajutorul unei porţiuni de dreaptă $A-B$ compusă din elemente de dreaptă cu pante numai pozitive (fig. 6).

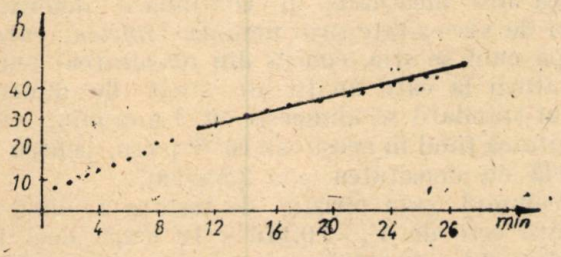



Fig. 6

Printr-o primă metodă se calculează vitezele şi vîscozităţile corespunzătoare fiecărui segment component în parte (tabelul 18) conform relaţiei 3 din prezenta lucrare.

*Tabelul 18*

| Nr. crt. | Viteză cm/s | $\log \eta$ Metoda I | $\log \eta$ Metoda II |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,0000541 | 11,9907 | 11,99062 |
| 2 | 0,0000125 | 13,2622 | 13,262217 |
| 3 | 0,000004166 | 14,2164 | 14,216364 |
| 4 | 0,00000833 | 13,6144 | 13,614426 |
| 5 | 0,0000166 | 13,0123 | 13,012307 |
| 6 | 0,000020833 | 12,8185 | 12,818498 |
| 7 | 0,0000166 | 13,0123 | 13,012307 |
| 8 | 0,000025 | 12,66 | 12,660011 |
| 9 | 0,000025 | 12,6602 | 12,660071 |
| 10 | 0,0000333 | 12,4103 | 12,416269 |
| 11 | 0,00002083 | 12,8185 | 12,818498 |
| 12 | 0,0000125 | 13,2622 | 13,362217 |
| 13 | 0,00000833 | 13,6155 | 13,614426 |

Valorile medii ale vitezelor şi a $\log \eta$ obţinute prin metoda 1 care consideră micile segmente cinematice sînt:

$$\bar{v} = 0{,}00001983 \text{ cm/s şi } \overline{\log \eta} = 13{,}027$$

Printr-o a doua metodă s-au calculat vîscozităţile logaritmate folosind relaţiile:

$$R = \frac{n\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - \left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)\left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)}{\sqrt{\left[n\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} x_i\right)^2\right]\left[n\sum_{i=1}^{n} y_i^2 - \left(\sum_{i=1}^{n} y_i\right)^2\right]}} \tag{7}$$

$$b_{\log \eta, v} = R_{v,\log \eta} \times \frac{S_{\log \eta}}{S_v} \tag{8}$$

$$\log \eta_i - \overline{\log \eta_i} = b_{\log \eta, v} \times (v_i - \bar{v}) \tag{9}$$

$$i = 1 \ldots 13$$

Comparînd coloanele 2 cu 3 din tabelul 16 constatăm diferenţe nesemnificative între valorile $\log \eta$, ceeea ce demonstrează valabilitatea matematică a celor 2 metode ce duc la rezultate aproape identice.

O altă metode (met. 3) foloseşte datele $v_i$ şi $\log \eta_i$ direct culese de pe curba cinematică din fig. 6, şi cu ajutorul relaţiilor (7); (8) şi (9) de regresie determină o nouă valoare de vîscozitate $\log \eta = 11{,}77$ mult diferită de aceea a metodelor 1 şi 2.

Cauza acestei diferenţe trebuie probabil căutată în valorile diferite ale tensiunilor superficiale locale din proba penetrată, care valori trebuie să se cupleze de fiecare dată cu valorile de vîscozitate obţinute cu micile segmente, principiu ce nu s-a respectat în metodele 1 şi 2. Este limpede că la temperatura de 550°C nu se pot obţine vîscozităţi în jurul punctului inferior de recoacere, deci la fiecare calcul tensiunea superficială calculată standard duce la mari erori.

În altă lucrare, după studiu mai aprofundat al problemei, se va reveni. Deocamdată, stabilindu-se numai zonele $\Delta h$ corespunzătoare micilor segmente se ajunge la o cunoaştere a unei dimensiuni de microfază şi la dispersia ei. Astfel abaterea medie pătratică $s$, calculată pe viteze locale din datele micilor segmente este $s = \pm\, 0{,}413604$ ceea ce indică dispersia dimensională la nivel de microfază.

Pentru înţelegerea mai intuitivă a celor susţinute se dă în fig. 7, o asemenea structură în care se indică şi dimensiunile obţinute în această lucrare prin date de vîscozitate.

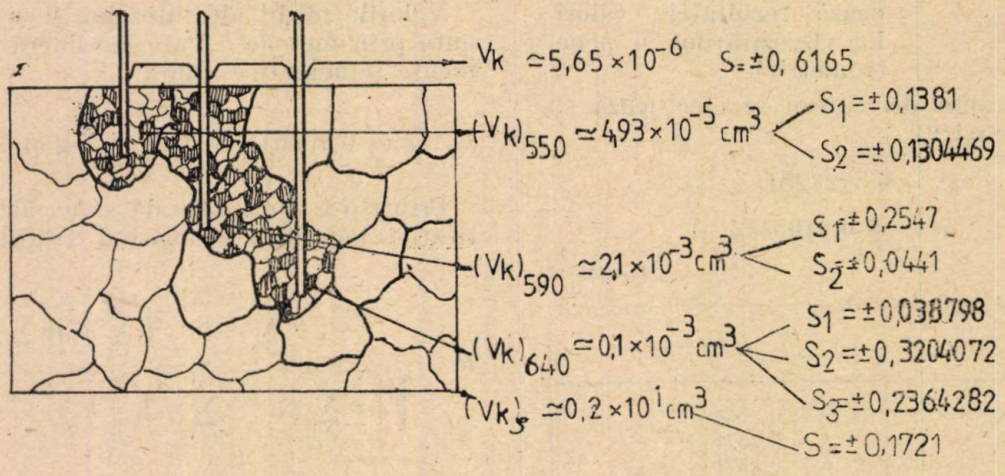



Fig. 7

În această figură se pun în evidență toate cele 5 cazuri de măsurare a omogenității sticlei și anume :

— volumul caracteristic $V_k = 0{,}2 \times 10^1\,cm^3$, are o anumită dispersie a valorilor de densitate. Această dispersie arată o mediere a tuturor densităților existente în volum, precum și o abatere medie pătratică destul de largă indicată de $s$.

Lărgimea lui $s$ comparată cu cea de la măsurarea indicelui de refracție $n_d$ arată că ea se datorește dispersiei specifice de măsurare, în mare parte.

Aflînd volumul caracteristic care la temperatura de 550°C are valoarea $V_k = 4{,}931 \times \times 10^{-5}\,cm^3$, abaterea pătratică $s$ prezintă trei valori și anume $s_1 = \pm 0{,}1381303$ ; $s_2 = = \pm 0{,}1304469$ ; $s_3 =$ — ceea ce indică existența a trei sticle nemiscibile notate în fig. 7 cu negru și respectiv cu alb.

Repetîndu-se măsurările de vîscozitate la temperatura de 590°C, respectiv $V_k \cong 2{,}1 \times \times 10^{-3}\,cm^3$ se obțin de asemenea două abateri medii pătratice distincte, deci se evidențiază din nou două sticle nemiscibile cu $s_1 = \pm \pm 0{,}0441$ și $s_2 = \pm 0{,}2547$. Deci una din compozițiile de sticlă nemiscibilă prezintă o abatere pătratică foarte mică.

La temperatura de 640°C volumul caractetistic este $V_k \cong 0{,}1 \times 10^{-1}\,cm^3$, iar din determinările de vîscozitate se conturează, de asemenea, existența a trei sticle nemiscibile cu $s_1 = \pm 0{,}038798$ $s_2 = \pm 0{,}3204072$ și $s_3 = = \pm 0{,}2364282$.

În fine, cea mai puternică afinare posibilă în penetrometrie a fost realizată prin pătrunderea tijei în cea mai mică microfază posibilă de a fi evidențiată prin metoda penetrometrică folosită, ea incluzîndu-se în volumul caracteristic $V_k \pm 5{,}65 \times 10^{-6}\,cm^3$ unde se pune în evidență o singură compoziție de sticlă ce prezintă o abatere medie pătratică $s = \pm 0{,}6105$.

Tot acest sinoptic demonstrează complexitatea problemei măsurării omogenității sticlei, mai ales pentru situația în care sticla testată are o rețetă complexă formată cu materii prime cu densitate mare și materii prime cu densitate mică.

## 5. Metoda Littleton

Au fost efectuate, în continuare, determinări de vîscozitate prin metoda *Littleton*, care, după cum se știe, constă din măsurarea temperaturii la care un fir de sticlă de dimensiuni standard se alungește cu 1 mm/min, vîscozitatea fiind în acest caz $10^{7{,}63}$ poise, pentru o sticlă cu densitatea $\rho = 2{,}5\ g/cm^3$.

Volumul caracteristic de testare a omogenității este de $V_k = 0{,}116 \times 10^{-1} cm^3$ deci la același ordin de mărime cu cel al penetrometriei de la temperatura de 640°C.

Determinările s-au efectuat pe 10 fire, iar rezultatele sînt trecute în tabelul 19 în ordinea întîmplătoare a determinărilor.

Din acest tabel se calculează parametrii statistici $s^2$ ; $s$ și funcțiile de probabilitate $f(t)$. S-a obținut o abatere medie pătratică de

*Tabelul 19*

| Nr. crt. | Tempratură °C |
|---|---|
| 1 | 725 |
| 2 | 719 |
| 3 | 718 |
| 4 | 728 |
| 5 | 718 |
| 6 | 722 |
| 7 | 721 |
| 8 | 730 |
| 9 | 723 |
| 10 | 718 |

$s = \pm 4{,}31534$ și $s^2 = 18{,}622$ iar funcțiile de probabilitate sînt grupate în tabelul 18.

*Tabelul 20*

| Nr. crt. | Temperatura °C | $f(t)$ |
|---|---|---|
| 1 | 718 | 0,0575845 |
| 2 | 718 | 0,0575845 |
| 3 | 718 | 0,0575845 |
| 4 | 719 | 0,0702405 |
| 5 | 721 | 0,0889629 |
| 6 | 722 | 0,0923711 — $M$ |
| 7 | 723 | 0,0908949 |
| 8 | 725 | 0,079713 |
| 9 | 728 | 0,037473 |
| 10 | 730 | 0,018053 |

După cum se observă din tabelul anterior problema măsurării omogenității se pune invers, față de determinările anterioare, în sensul că la o vîscozitate standard fixată ($10^{7,63}$ poise) neomogenitatea sticlei duce la obținerea unei temperaturi diferite pentru fiecare fir testat.

## 6. Metoda Ditzel

Pentru construirea curbei complete de vîscozitate s-au completat măsurările în intervalul $10^4$—$10^5$ poise. Calculele pentru determinarea vîscozităților sînt conform relației :

$$\eta = \frac{m \cdot g}{2\pi} \times \frac{\Delta\tau}{\Delta h^2} \qquad (10)$$

în care :

$m$ masa firului inox (g) ;
$g$ accelerația gravitațională =981 cm/s ;
$\Delta\tau$ diferența de timp (secunde)
$\Delta h$ diferența de adîncime (cm).

S-au efectuat măsurări la temperaturi diferite (950°C, 970°C și 990°C). În tabelul 21 sînt trecute 10 determinări la 950°C.

Cu cele 10 valori ale vîscozităților din tabelul 21 se calculează dispersia, abaterea medie pătratică, precum și funcțiile de probabilitate aferente. Acestea sînt date în tabelul 20.

$s^2 = 0{,}012732288$

$s = \pm 0{,}112837$

*Tabelul 21*

| Nr. crt. | Temperatura de lucru | Greutatea tijei | $l_{min}$ | $l_{max}$ | $\tau_{min}$ | $\tau_{max}$ | log $\eta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | °C | g | cm | cm | s | s | |
| 1 | 950 | 0,7538 | 1,55 | 2,3 | 100 | 260 | 4,52492 |
| 2 | 950 | 0,7538 | 1,4 | 2,55 | 70 | 260 | 4,39410 |
| 3 | 950 | 0,7538 | 1,45 | 2,4 | 80 | 260 | 4,3707 |
| 4 | 950 | 0,7538 | 1,9 | 2,6 | 130 | 260 | 4,49457 |
| 5 | 950 | 0,7538 | 1,8 | 2,7 | 110 | 260 | 4,55678 |
| 6 | 950 | 0,7538 | 2,1 | 2,7 | 140 | 260 | 4,59384 |
| 7 | 950 | 0,7538 | 2,15 | 2,75 | 150 | 260 | 4,55594 |
| 8 | 950 | 0,7538 | 2,25 | 2,8 | 150 | 260 | 4,63155 |
| 9 | 950 | 0,7538 | 2,25 | 2,8 | 150 | 260 | 4,63155 |
| 10 | 950 | 0,7538 | 2,35 | 2,824 | 160 | 260 | 4,71759 |

*Tabelul 22*

| Nr. crt. | log $\eta$ | $f(\log \eta)$ |
|---|---|---|
| 1 | 4,3707 | 1,0412793 |
| 2 | 4,39410 | 1,4195712 |
| 3 | 4,49457 | 3,1726026 |
| 4 | 4,52492 | 3,4684786 |
| 5 | 4,55592 | 3,5257211 — $M$ |
| 6 | 4,55678 | 3,5235858 |
| 7 | 4,59384 | 3,2462931 |
| 8 | 4,63115 | 2,6734859 |
| 9 | 4,63114 | 2,6734859 |
| 10 | 4,71759 | 0,730061 |

Din tabelul 22 rezultă existența unui singur maxim al repartiției gaussiene, ceea ce duce la concluzia că, la această temperatură, nemiscibilitatea semnalată la 550—590—640°C a dispărut.

Acest fenomen este de acord cu teoria termodinamică microfazală din structura sticlei însensul că, odată cu creșterea temperaturii barierele de potențial energetic ce despart cele două sticle sînt depășite de către agitația termică din interiorul sticlei, realizîndu-se unificare într-o singură compoziție oxidică.

În tabelul 23 sînt trecute rezultatele de măsurări la 970°C.

Folosind valorile de vîscozitate din tabelul anterior se calculează dispersia, abaterea pătratică medie precum și funcțiile de probabilitate aferente (tabelul 24).

Dispersia $s^2 = 0{,}010428706$

Abaterea medie pătratică $s = \pm 0{,}10212103$

*Tabelul 23*

| Nr. crt. | Temperatura | Greutatea | $l_{min}$ | $l_{max}$ | $\tau_{min}$ | $\tau_{max}$ | log $\eta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | °C | g | cm | cm | s | s | |
| 1 | 970 | 0,7505 | 1,16 | 2,85 | 50 | 170 | 3,98985 |
| 2 | 970 | 0,7505 | 1,85 | 2,75 | 70 | 160 | 4,11461 |
| 3 | 970 | 0,7505 | 1,9 | 2,7 | 60 | 140 | 4,16554 |
| 4 | 970 | 0,7505 | 2,05 | 2,75 | 70 | 160 | 4,33284 |
| 5 | 970 | 0,7505 | 2,1 | 2,75 | 70 | 140 | 4,28803 |
| 6 | 970 | 0,7505 | 1,9 | 2,7 | 60 | 140 | 4,16554 |
| 7 | 970 | 0,7505 | 1,9 | 2,7 | 60 | 130 | 4,10775 |
| 8 | 970 | 0,7505 | 1,65 | 2,35 | 40 | 90 | 4,077 |
| 9 | 970 | 0,7505 | 2,0 | 2,7 | 60 | 130 | 4,22323 |
| 10 | 970 | 0,7505 | 2,15 | 2,55 | 80 | 130 | 4,14395 |
| 11 | 970 | 0,7505 | 1,7 | 2,4 | 60 | 140 | 4,28103 |

*Tabelul 24*

| Nr. crt. | log $\eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|---|
| 1 | 3,98985 | 0,80158 |
| 2 | 4,077 | 2,5405059 |
| 3 | 4,10774 | 3,2106761 |
| 4 | 4,11461 | 3,3412425 |
| 5 | 4,14395 | 3,7655452 |
| 6 | 4,16554 | 3,9006807 } $M$ |
| 7 | 4,16554 | 3,9006807 } $M$ |
| 8 | 4,22323 | 3,4420706 |
| 9 | 4,28103 | 2,2049632 |
| 10 | 4,28103 | 2,2049632 |
| 11 | 4,33284 | 0,953508 |

În tabelul 24 se observă că avem de-a face cu o singură sticlă păstrîndu-se aceleași considerații ca la determinările efectuate la temperatura de 950°C.

În tabelul 25 sînt date rezultatele determinărilor la 990°C.

Cu aceste rezultate s-au calculat disperia, abaterea medie pătratică și funcțiile de probabilitate aferente (tabelul 26).

Dispersia $s^2 = 0{,}0374154$

Abatarea medie pătratică $s = \pm 0{,}1934306$

*Tabelul 25*

| Nr. crt. | Temperatura | Greutatea | $l_{min}$ | $l_{max}$ | $\tau_{min}$ | $\tau_{max}$ | log $\eta$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | °C | g | cm | cm | s | s | |
| 1 | 990 | 0,7493 | 1,9 | 2,55 | 50 | 90 | 4,04454 |
| 2 | 990 | 0,7493 | 1,7 | 2,7 | 60 | 190 | 4,18213 |
| 3 | 990 | 0,7493 | 1,7 | 2,7 | 70 | 190 | 4,14754 |
| 4 | 990 | 0,7493 | 2,15 | 2,6 | 70 | 110 | 4,364 |
| 5 | 990 | 0,7493 | 1,45 | 2,45 | 40 | 100 | 3,84651 |
| 6 | 990 | 0,7492 | 1,85 | 2,55 | 40 | 90 | 4,0771 |
| 7 | 990 | 0,7493 | 1,55 | 2,4 | 30 | 70 | 3,81158 |
| 8 | 990 | 0,7493 | 1,45 | 2,3 | 30 | 70 | 3,81158 |
| 9 | 990 | 0,7493 | 1,7 | 2,55 | 30 | 80 | 3,90849 |
| 10 | 990 | 0,7493 | 1,85 | 2,3 | 40 | 70 | 4,23906 |

*Tabelul 26*

| Nr. crt. | log $\eta$ | $f(\log \eta_{i,k})$ |
|---|---|---|
| 1 | 3,811582 | 1,0069303 |
| 2 | 3,811583 | 1,0069304 |
| 3 | 3,84651 | 1,2297944 |
| 4 | 3,90849 | 1,618392 |
| 5 | 4,04454 | 2,0629286 — $M$ |
| 6 | 4,077139 | 2,0315706 |
| 7 | 4,147546 | 1,783916 |
| 8 | 4,18213 | 1,5942967 |
| 9 | 4,23906 | 1,2359244 |
| 10 | 4,364 | 0,5217256 |

Și în acest caz se poate observa că este vorba de o singură sticlă avînd un maxim al curbei Gauss la log $\eta = 4{,}04454$.

### 7. Optimizarea parametrilor statistico-metrologici $s^2$ și $s$ la metoda Ditzel

În cele ce urmează se va aplica o metodă de optimizare a parametrilor statistico-metrologici mai sus amintiți variind greutatea tijei de penetrare a aparatului *Ditzel*.

În mod practic fiecare tijă din inox se lestează suplimentar cu teci metalice de alamă de greutăți diferite.

*Tabelul 27*

| Nr. crt. | Temperatură | Greutate tijă | $l_{min}$ | $l_{max}$ | $\tau_{min}$ | $\tau_{max}$ | log $\eta$ | $s^2$ | s |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | °C | g | cm | cm | s | s | | | |
| 1 | 990 | 0,7493 | 1,9 | 2,55 | 50 | 90 | 4,0445 | 0,0374154 | ±0,1934306 |
| 2 | 990 | 0,7493 | 1,7 | 2,7 | 60 | 190 | 4,18213 | ,, | ,, |
| 3 | 990 | 0,7493 | 1,7 | 2,7 | 70 | 190 | 4,1475 | ,, | ,, |
| 4 | 990 | 0,7492 | 2,15 | 2,6 | 70 | 110 | 4,364 | ,, | ,, |
| 5 | 990 | 0,7493 | 1,45 | 2,45 | 40 | 100 | 3,84651 | ,, | ,, |
| 6 | 990 | 0,7493 | 1,85 | 2,55 | 40 | 90 | 4,0771 | ,, | ,, |
| 7 | 990 | 0,7493 | 1,55 | 2,4 | 30 | 70 | 3,81158 | ,, | ,, |
| 8 | 990 | 0,7493 | 1,45 | 2,3 | 30 | 70 | 3,81158 | ,, | ,, |
| 9 | 990 | 0,7493 | 1,7 | 2,55 | 30 | 80 | 3,90849 | ,, | ,, |
| 10 | 990 | 0,7493 | 1,85 | 2,3 | 40 | 70 | 4,23906 | ,, | ,, |
| 11 | 990 | 0,5155 | 2,3 | 2,85 | 100 | 190 | 4,3794 | 0,0182382 | ±0,1350486 |
| 12 | 990 | 0,5155 | 1,7 | 2,5 | 80 | 170 | 4,0540 | ,, | ,, |
| 13 | 990 | 0,6155 | 2,0 | 2,9 | 60 | 160 | 3,9974 | ,, | ,, |
| 14 | 990 | 0,5155 | 2,1 | 2,8 | 70 | 140 | 4,0608 | ,, | ,, |
| 15 | 990 | 0,5155 | 2,0 | 2,75 | 40 | 120 | 4,0589 | ,, | ,, |
| 16 | 990 | 0,5155 | 1,95 | 2,8 | 40 | 140 | 4,0471 | ,, | ,, |
| 17 | 990 | 0,5155 | 1,9 | 2,8 | 40 | 120 | 3,84998 | ,, | ,, |
| 18 | 990 | 0,5155 | 1,7 | 2,6 | 30 | 130 | 3,99745 | ,, | ,, |
| 19 | 990 | 0,5155 | 1,9 | 2,75 | 50 | 130 | 3,9502 | ,, | ,, |
| 20 | 990 | 0,5155 | 2,0 | 2,7 | 50 | 120 | 4,0608 | ,, | ,, |
| 21 | 990 | 0,2747 | 1,95 | 2,75 | 110 | 180 | 4,0568 | 0,00124622 | ±0,0353016 |
| 22 | 990 | 0,2747 | 1,95 | 2,7 | 120 | 270 | 4,0585 | ,, | ,, |
| 23 | 990 | 0,2747 | 1,9 | 2,75 | 110 | 280 | 4,00418 | ,, | ,, |
| 24 | 990 | 0,2747 | 1,95 | 2,75 | 110 | 260 | 4,00247 | ,, | ,, |
| 25 | 990 | 0,2747 | 1,9 | 2,75 | 100 | 260 | 3,9778 | ,, | ,, |
| 26 | 990 | 0,2747 | 1,95 | 2,75 | 100 | 270 | 4,0568 | ,, | ,, |
| 27 | 990 | 0,2747 | 2,05 | 2,8 | 100 | 250 | 4,0585 | ,, | ,, |
| 28 | 990 | 0,2747 | 2,0 | 2,85 | 90 | 250 | 3,9778 | ,, | ,, |
| 29 | 990 | 0,2747 | 2,0 | 2,75 | 130 | 280 | 4,05853 | ,, | ,, |
| 30 | 990 | 0,2747 | 1,95 | 2,8 | 90 | 260 | 4,0041 | ,, | ,, |

Au fost efectuate măsurări cu tije lestate în greutate de : 0,7493 g ; 0,5155 g ; 0,2747 g.

În tabelul 27 sînt trecute rezultatele determinărilor cu aceste greutăţi diferite.

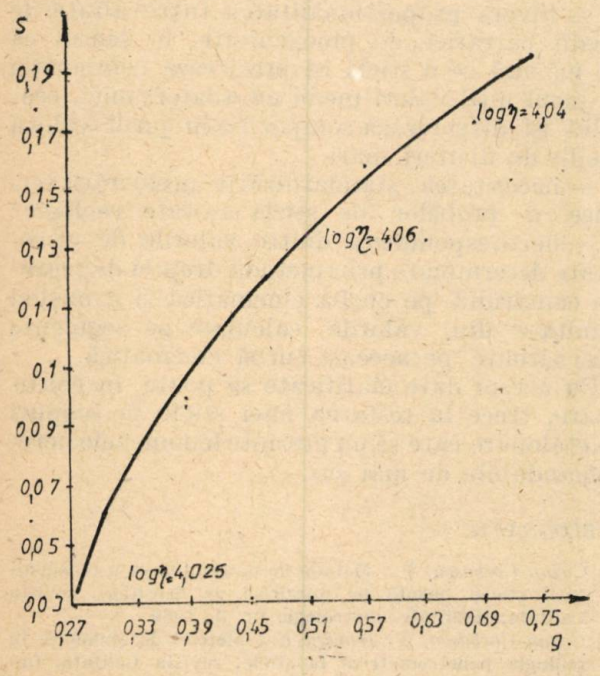



Fig. 8

Considerînd în mod grafic variaţia abaterii medii pătratice $s$ în funcţie de greutatea tijei, la valoarea de vîscozitate de aproximativ log $\eta = 4{,}025$ (deci valoarea punctului *Diztel*) se obţine o curbă de grad superior lui 1 cu concavitatea în jos, la temperatura de 990°C (fig.8).

Această determinare este foarte importantă întrucît demonstrează posibilitatea reglării abaterii medii pătratice la un aparat de tip *Diztel* pledînd pentru construcţii perfecţionate de aparate la modul general.

Deci greutatea tijei de 0,2747 g poate fi considerată ca greutate optimă în vederea obţinerii unei abateri pătratice optime.

## 8. Curba completă de vîscozitate

Acest capitol tratează problema cea mai delicată a acestei lucrări, aceea a calculării sau trasării unei curbe complete de vîscozitate cu datele obţinute în lucrare.

Greutatea interpretării constă în nemiscibilitatea a două structuri vitroase, pusă în evidenţă în intervalul de vîscozitate situat între $10^{9,94}$ şi $10^{12,81}$ (poise).

Aceste valori conturează o structură vitroasă restrînsă faţă de intervalul larg de vîscozităţi al celeilalte structuri vitroase care îşi păstrează entitatea pe întreg intervalul reologic între $10^{13}...10^{4}$ poise.

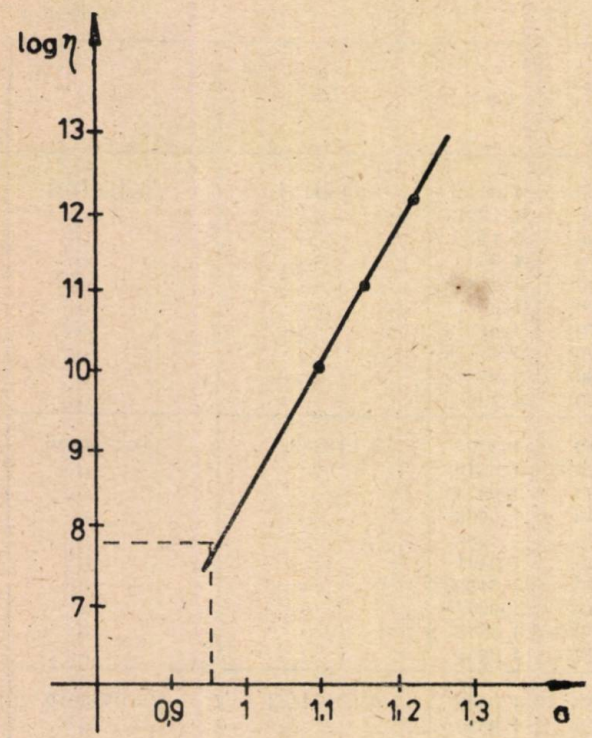



Fig. 9

Deci, din punct de vedere al unei sticle etalon, paralelismul, sau mai bine zis existența simultană a celor două structuri vitroase, reduce posibilitatea folosirii sticlei testate ca sticlă etalon restrîngîndu-i existența numai pe intervalul $10^{10}$—$10^4$ poise.

O nepotrivire apare între valoarea medie a punctelor *Littleton* determinate la aparat cu același nume și valoarea punctului *Littleton* obținut prin extrapolarea datelor de penetrometrie la vîscozități înalte — practic între temperaturile de 722°C și respectiv 768°C. (fig. 9), ultima valoare încadrîndu-se suficient de bine în conturul curbei complete de vîscozitate, obținute din datele reale de determinare, fără aplicarea ecuației V.F.T. (fig. 10).

Se poate trage următoarea concluzie: în cadrul metodei standard *Littleton* (cu fir de sticlă) acesta se trage manual dintr-o baghetă de sticlă groasă întorcînd direct bagheta în flacăra formată dintr-un amestec de gaz metan și oxigen. Modul brusc de topire a masei de sticlă duce la formarea rapidă a unei structuri cu anumite proprietăți caracteristice.

Acest mod diferă de proba penetrometrică obținută prin șlefuire-polizare dintr-un bloc de sticlă topit în cu totul alte condiții și cu o structură caracteristică diferită de prima.

Acest exemplu reliefează încă o dată influența modului de retopire a probelor de sticlă punînd stringent problema standardizării lui.

Problema este departe de a fi rezolvată și cerințele metrologice impun luarea unei decizii definitive.

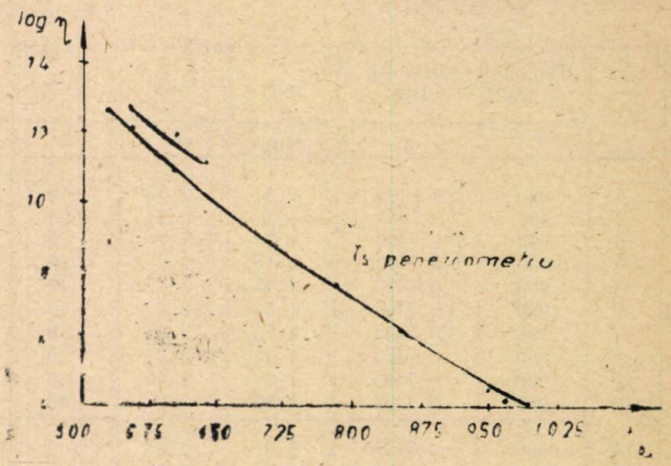



Fig. 10

## 9. Concluzii

Lucrarea a pornit inițial de la intenția realizării unei sticle etalon prin metode absolute de măsurări, dar concluziile finale reliefează faptul că sticla testată nu corespunde în general acestui deziderat, datorită unei tendinte de nemiscibilitate a structurii. Acest fenomen apare evident în intervalul de vîscozitate $10^{10}$...$10^{12}$poise.

Lucrarea nu este nereușită ci dimpotrivă, aceste constatări punctează cum nu trebuie să fie o sticlă etalon, ușurînd, în continuare, sarcina continuării cercetării în această direcție.

În al doilea rînd au fost elucidate sau numai relevate experimental o serie de fenomene ce vor fi reamintite în cele ce urmează:

— optimizarea abateri medii pătratice a măsurărilor prin alegerea unei tije de anumită greutate

— stabilirea nemiscibilității prin metoda statistică a repartițiilor Gauss cu funcții de probabilitate, prezentînd mai multe maxime;

— invers proporționalitatea între abaterile medii pătratice de omogenitate, în sensul că pe măsură ce o sticlă își precizează compoziția în jurul unei valori medii cu abateri mici, cealaltă își dispersează compoziția în jurul valorii medii de abateri mari;

— necesitatea standardizării prelucrării termice a probelor de sticlă testate reologic;

— necorespondența dintre valorile de vîscozitate determinate prin metoda dreptei de regresie construită pe curba cinematică și a mediei rezultate din valorile calculate pe segmente mici situate pe aceeași curbă cinematică.

Cu aceste date clarificate se poate, în continuare, trece la testarea unei sticle în scopuri de etalonare care să nu prezinte fenomenele nerecomandabile de mai sus.

*BIBLOGRAFIE*

[1] *Cazan Corbasca, V.*: Metodă de determinarea a omogenității sticlei bazată pe măsurări de densitate, revista Calitate, fiablitate, metrologie nr. 4, 1989.

[2] *Cazan Corbasca, V. Ionescu E.*: Metodă de etalonare în reologia penetrometrică la sticle, revista Calitate, fiabilitate, metrologie, nr. 7—8, 1989.

# Metoda CEC de asigurarea calităţii

Întreprinderea de Utilaje Alba Iulia din cadrul MILMC—CUPS este o întreprindere constructoare de maşini.

Programul de fabricaţie este foarte variat acoperind domenii largi, pornind de la industrializarea lemnului şi materialelor de construcţii pînă la minerit şi agricultură.

În general, seriile de fabricaţie sînt mici şi mijlocii, iar de multe ori chiar unicate. Avînd în vedere această caracteristică a producţiei, asigurarea calităţii a fost şi este hotărîtoare pentru menţinerea încrederii beneficiarilor în produsele noastre. Tocmai din această cauză s-au căutat permanent soluţii, căi şi metode menite să asigure calitatea dorită de beneficiari, precum şi activităţi service prompte şi competente, pe toată perioada de garanţie şi chiar după expirarea acesteia, tot în ideea creării, menţinerii şi lărgirii cercului de beneficiari. În prezent am ajuns să producem pentru un număr de 425 beneficiari din cadrul a 6 ministere şi intenţionăm să amplificăm această colaborare.

S-a atins, în etapa actuală, un nivel acceptabil al calităţii produselor noastre, dar considerăm că atît în prezent cît mai ales pentru viitor, efortul depus pentru asigurarea şi controlul calităţii produselor este prea mare, în ceea ce priveşte volumul de muncă, manoperă de control şi număr personal. Aceasta se datorează în primul rînd faptului că metoda de bază aplicată în prezent, pentru controlul calităţii, este controlul bucată cu bucată, cu toate dezavantajele cunoscute : forţă de muncă numeroasă, dotare tehnică de volum foarte ridicat, timp de efectuare mare, diminuarea atenţiei în timp, monoton şi nemobilizator etc.

Tocmai aceşti ultimi doi factori — monotonia şi slaba mobilizare — sînt cei care ne deranjează mai mult, din punct de vedere educaţional. Considerăm esenţial acest aspect pentru că, fără o educare şi conştientizare a calităţii, la toate nivelele implicate, nu se vor mai putea aştepta rezultate spectaculoase în viitorul apropiat. Aceste constatări ne-au condus la necesitatea elaborării unui sistem de asigurare a calităţii nou, adaptat condiţiilor specifice de producţie existente în întreprinderea noastră.

Am denumit această metodă : Metoda contractului de execuţie şi calitate — *CEC* şi sperăm ca pe măsura generalizării lui, acesta să fie un *CEC* pe care să-l „onoreze" toţi beneficiarii.

În urma analizării cu factorii implicaţi şi a experienţei acumulate, am considerat că cel mai potrivit pentru faza de experimentare a metodei *CEC* este să apelăm la voluntari.

Metoda urmăreşte implicarea şi răspunderea directă a tuturor factorilor care participă la executarea unui grup de repere sau a unui produs : tehnolog, recepţie maistru, executant, maistru, reparaţii şi întreţinere, controlor de calitate, beneficiar intern.

Pentru studiul de caz ne-am orientat asupra reperului „Pat" de la produsul **„Strung pentru lemn SL.2000"**, reper pe care-l aprovizionăm din colaborare, brut turnat, după care se prelucrează la cote finale în secţia Prelucrări mecanice şi este predat secţiei Montaj, care este, în cazul nostru, beneficiarul şi care realizează produsul finit.

Odată cu lansarea unui lot de paturi, tehnologul aplică pe fişele tehnologice şi pe desenele de execuţie ştampila „*CEC*" şi anexează o notă *CEC* în 2 exemplare cu titularii de contract, în cazul nostru, în număr de 5 : un controlor de recepţie a paturilor sosite din colaborări, un tehnolog, un maistru executant, un maistru de reparaţii şi întreţinere maşini unelte, un controlor de calitate final, notă pe care am

conceput-o ca în modelul de mai jos :

Termen predare 16 X 1989

CEC

| Nr crt | Numele si prenumele | Faza | Semnăt | Data |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ing. Bogdan O. | T | | 1 X 89 |
| 2 | Moraru S. | R | | 1 X 89 |
| 3 | ms. Vlad V. | MR | | 2 X 89 |
| 4 | ms. Andrei T. | ME | | 14 X 89 |
| 5 | Mara T. | C | | 15 X 89 |

Nr nota de predare 14203/15 X 89

DECIZIE BENEFICIAR:

CORESPUNDE NU CORESPUNDE

Data 20 X 89 Semnatura:

Fig. 1

R = Recepţie
T = Tehnologie
MR = Ms. reparaţii
ME = Ms. execuţie
C = Controlor

Nici una din faze nu se va derula pînă nu există pe nota *CEC* confirmarea prin semnătură şi dată a responsabilului fazei precedente.

Fiecare răspunde de corectitudinea fazei pe care a confirmat-o, atît moral cît şi material. După executarea lotului lansat, acesta este predat beneficiarului, împreună cu nota de predare şi cele două exemplare ale notei *CEC*.

Beneficiarul — secţia Montaj — semnează nota *CEC* numai odată cu acceptarea finală a produsului de către controlul final, după care un exemplar se înmînează controlorului din secţia Prelucrări mecanice şi acesta confirmă bonurile de lucru ale executanţilor, iar la doilea exemplar, controlorului din secţia Montaj, care îl anexează certificatului de calitate ce rămîne în posesia lui.

În plus, tot în ideea sporirii încrederii beneficiarilor, controlul final aplică lîngă eticheta produsului, o etichetă adezivă „*PGM* — Produs

Fig. 2

cu garanţie mărită", pe care am conceput-o ca în fig. 2.

Aplicînd această metodă, pe care intenţionăm să o generalizăm la cele mai reprezentative produse din fabricaţia noastră, prezentă şi viitoare, s-au constatat o serie de avantaje :

— descongestionarea controlorilor ce lucrează în sistem *CEC* şi posibilitatea intensificării activităţii lor, în sectoare unde aplicarea metodei nu este încă posibilă ;

— creşterea eficienţei şi încrederii în operaţiile de autocontrol ;

— rezolvarea promptă a deficultăţilor de concepţie şi execuţie ce apar pe parcursul fabricaţiei unui produs ;

— creşterea nivelului calitativ al produselor noastre ;

— creşterea moralului executanţilor ;

— sporirea încrederii beneficiarilor în produsele noastre.

În paralel s-a conceput şi un sistem de stimulare morală şi materială care a dat bune rezultate, ceea ce ne va permite să trecem de la faza de voluntariat, la faza de solicitare pentru lucrul în sistem *CEC*.

# Cursurile postuniversitare de fiabilitate

Fiabilitatea a devenit un concept dominant al acestui sfîrşit de mileniu, iar teoria fiabilităţii s-a dezvoltat ca un puternic domeniu interdisciplinar care studiază legile degradării sistemelor şi metodele prin care se poate asigura menţinerea performanţelor acestora în timp.

În aceste condiţii, preocupările în domeniul fiabilităţii au depăşit demult stadiul empirismului deoarece doar abordările bazate pe fundamentări teoretice corespunzătoare sînt în măsură să determine un real salt calitativ în creşterea competitivităţii.

Asigurarea şi creşterea fiabilităţii presupun acţiuni concertate în toate fazele ciclului de viaţă ale unui produs şi — înainte de toate — competenţă la toate nivelurile de responsabilitate.

Cursurile postuniversitare de fiabilitate constituie o modalitate eficientă prin care inginerii din compartimentele cercetare — proiectare, producţie, întreţinere şi, evident, calitate — fiabilitate îşi pot însuşi metode moderne de asigurare şi creştere a fiabilităţii produselor.

Cursurile sînt organizate în cadrul catedrei Tehnologie electronică şi fiabilitate din Institutul Politehnic Bucureşti, iar prelegerile şi activităţile de seminar şi proiect sînt conduse de cadre didactice universitare din colectivul de fiabilitate al catedrei, cu concursul unor specialişti din cercetare şi producţie.

Cursurile sînt structurate în trei perioade a cîte 2 săptămîni, în care programul zilnic este în medie de 6 ore cuprinzînd prelegeri, seminarii şi proiecte.

Problematica abordată include aspecte legate de asigurarea conformităţii proceselor de producţie, fiabilitatea componentelor şi sistemelor electronice şi de telecomunicaţii, electrotehnice, mecanice, informatice.

O atenţie deosebită este acordată studiului sistemelor de mare răspundere funcţională, a sistemelor automate şi a sistemelor de programe.

Metodele de asigurare a fiabilităţii prin toleranţă la defectări, proiectarea optimă şi mentenanţa preventivă sînt studiate în detaliu.

Testarea automată şi diagnoza tehnică, optimizarea costului ciclului de viaţă, instrumente utile pentru întreţinerea raţională în exploatare, fac obiectul unor cursuri individualizate.

Avînd o tradiţie de aproape două decenii, aceste cursuri au fost continuu perfecţionate, prin introducerea unor probleme moderne, de interes major cum sînt fiabilitatea softwareului, metodele bayesiene, sistemele expert, metodele Taguchi.

Proiectele de absolvire orientate pe probleme specifice domeniului de activitate al cursantului fac apel la practica analizei şi proiectării asistate de calculator. (*I. C. BACIVAROF*).

Informaţii detaliate privind structura şi modul de desfăşurare a cursurilor postuniversitare de fiabilitate se pot obţine de la coordonatorul acestor cursuri, Dr. ing. *Ioan C. Bacivarof*, Institutul Politehnic Bucureşti, catedra Tehnologie Electronică şi Fiabilitate, telefon 31.78.00, interoare 395 sau 171.

# Congresul mondial IMEKO XI (International Measurement Confederation) şi tensometria românească[1)]

La sfîrşitul anului 1988 a avut loc la Houston, Texas, cel de-al XI-lea congres mondial IMEKO, în conjuncţie cu cea de-a 43 a conferinţă anuală organizată de „Instrument Society of America", ambele sub genericul „Instrumentaţie pentru secolul XXI". A fost, după cum apreciază prof. *P.K. Stein*, un eveniment deosebit pentru comunitatea bine educată a specialiştilor în măsurări. Cu acest prilej a fost organizată cea mai mare expoziţie mondială de instrumentaţie de pînă acum, la care au participat peste 600 firme producătoare, vizitată de mai mult de 28.000 persoane.

Ca delegat al Comisiei Centrale de Tensometrie din România, am vizitat standurile şi am purtat discuţii cu reprezentanţii următoarelor firme de specialitate :

— MEASUREMENTS GROUP—mărci tensometrice şi instrumentaţie în domeniul analizei experimentale a tensiunilor :

— HOTTINGER BALDWIN MEASUREMENTS, INTERFACE AMETEK şi NOVA SENSOR — captoare şi/sau aparatură pentru măsurarea electrică a mărimilor mecanice (forţă, presiune, cuplu etc) ;

— ANALOG DEVICES, HOWEYWELL, KYOWA şi TEXAS INSTRUMENTS — sisteme moderne de achiziţie de date pentru tensometrie.

În cele cinci zile ale congresului IMEKO XI s-au desfăşurat 42 sesiuni ştiinţifice, în care au fost prezentate mai mult de 300 lucrări, plus 150 lucrări expuse pe panouri. Au participat circa 900 specialişti în măsurări din centre universitare şi de cercetare din peste 30 ţări.

Programul ştiinţific a fost următorul :

I. **COMUNICĂRI ÎN PLEN**, grupate cîte două în cinci ramuri ştiinţifice.

CP1. Rolul măsurărilor în tehnologia modernă — R.Hellwig, SUA.

CP2. Răspunsul naţional şi internaţional la schimbările tehnologice — S.L.Smith, Canada.

CP3. Sisteme de măsură inteligente — L. Kavalerov, U.R.S.S.

CP4. Noi măsurări optice şi aplicaţiile lor în industrie — A.Kohayashi, Japonia.

CP5. Tehnici de măsurare şi încercare asistate de calculator — T.Pfeifer, R.F.G.

CP6. Instrumentaţie inteligentă în medicină — J.Sztipanovits, S.U.A./Ungaria.

CP7. Căi de rezolvare a problemelor informaţionale ale omenirii — J.Schanda, Ungaria.

CP8. Formarea inginerilor şi cercetătorilor în domeniul măsurărilor — L.Finkelstein, Marea Britanie.

CP9. Educaţia tehnică în Mexic — R.Talan, Mexic.

CP10. Dezvoltarea metrologiei în China — Z. Meng, R.P.Chineză.

II. **MESE ROTUNDE ALE COMITETELOR TEHNICE**, avînd următoarea tematică :

CT1 + CT11. Tendinţe noi în predarea cunoştinţelor despre măsurări.

CT2 + CT13. Despre fotodetecţie.

CT3 + CT15. Jubileul de 50 ani al mărcilor tensometrice, lacurilor casante şi captoarelor tensometrice de forţă.

CT4. Mărimi electrice armonice şi tranzitorii.

CT5. Măsurarea automată a durităţii.

CT7 + CT14. Noi aspecte ale tehnicii de măsurare şi control de calitate ingerate în producţie.

CT8. Aspecte metrologice în măsurările electrice.

CT10. Diagnoze tehnice.

CT12. Progrese în măsurarea temperaturii.

CT13. Tendinţe ale măsurărilor în medicina chimică.

CT17. Sensorii pentru robotică — astăzi şi mîine.

III. **SESIUNI ŞTIINŢIFICE CU PREZENTARE ORALĂ**

| | |
|---|---|
| SO1. | Microscopie pentru verificarea proprietăţilor materialelor şi structurilor. |
| SO2+SO5— | Progrese în realizarea unităţilor de măsură fundamentale în sistemul internaţioanl. |
| SO3. | Tehnici evaluate de transmitere a semnalelor. |
| SO4. | Sensori noi. |
| SO6. | Transmisia semnalelor şi prelucrarea datelor. |
| 2O7. | Aplicaţii ale microcalculatoarelor şi sistemelor de calcul. |
| SO8. | Măsurări de debite. |
| SO9. | Metrologie optică |
| SO10+SO15 | Măsurări de forţă şi masă |
| SO11. | Fabricaţie condusă de calculator şi sisteme pentru îmbunătăţirea controlului. |

[1)] Deşi publicată cu întîrziere, această scurtă relatare va fi, sperăm, de interes pentru cititorii revistei.

SO12. Măsurări inteligente în biologie şi medicină
SO13. Măsurări de temperatură
SO14. Metrologie electromagnetică
SO16. Proiectare asistată de calculator.
SO17. Sisteme de testare pentru controlul calităţii
SO18. Sensori inteligenţi
SO19. Metrologia fabricaţiei
SO20. Etaloane de forţă
SO21. Măsurări bazate pe model şi diagnoze
SO22. Pregătirea în domeniul măsurărilor
SO23. Proiectarea sistemelor pentru robotică
SO24+SO29. Teoria măsurării şi modelării
SO25. Prelucrarea semnalelor şi datelor şi analiză statistică
SO26. Aplicaţii ale tehnicilor adaptive
SO27. Învăţământul superior în metrologie
SO28+SO33. Tehnologii avansate în domeniul sensorilor
SO30. Standarde şi calibrări
SO31. Inteligenţă artificială
SO32. Măsurare şi control în ţările în curs de dezvoltare
SO34. Precizia măsurării şi analiza erorilor
SO35. Calibrare şi validare
SO36. Sisteme expert
SO37. Încercări dinamice şi vizualizare.

## IV. SESIUNI POSTER

*a*). **Sensori, prelucrări de semnale şi sisteme,** cu secţiunile :
SP.1. Debite
SP.2. Sisteme cu microcalculatoare
SP.3. Temperaturi
SP.4. Forţe
SP.5. Fibre optice
SP.6. Sensori
SP.7. Prelucrarea imaginilor
SP.8. Pregătirea (condiţionarea) semnalalor.
SP.9. Ultrasunete şi microunde

*b*). **Metrologie,** cu secţiunile :
SP.10. Metrologie optică
SP.11. Măsurări electrice
SP.12. Metrologia suprafeţelor
SP.13. Diverse

*c*). **Aplicaţii,** cu secţiunile :
SP.14. Testări industriale, analiză şi control
SP.15, Sisteme **on-line**
SP.16. Diagnoze
SP.17. Biotehnologie şi ambianţă
SP.18. Aplicaţii ale statisticii
SP.19. Calculatoare şi sisteme cu microprocesoare
SP.20. Componente
SP.21. Sănătate şi educaţie

* * *

Subsemnatul am fost înscris în program cu lucrarea SP4—3, intitulată „Studiul elementelor elastice în formă de *S* ale captoarelor de forţe cu mărci tensometrice rezistive, cu ajutorul metodei elementelor limită".

În cadrul şedinţei comitetelor tehnice reunite nr.3 (măsurări de forţe şi mase) şi nr.15 (analiza experimentală a tensiunilor) s-a sărbătorit jubileul de 50 de ani al mărcilor tensometrice, lacurilor casante şi captoarelor tensometrice de forţă. În „Cartea de aur" difuzată cu această ocazie, între paginile 207 şi 226 apar următoarele trei lucrări din partea Comisiei Centrale de Tensometrie din România :

1. Începuturile şi evoluţia mărcilor tensometrice rezistive din România — *D.R. Mocanu, M. Buga, V. Şerban*

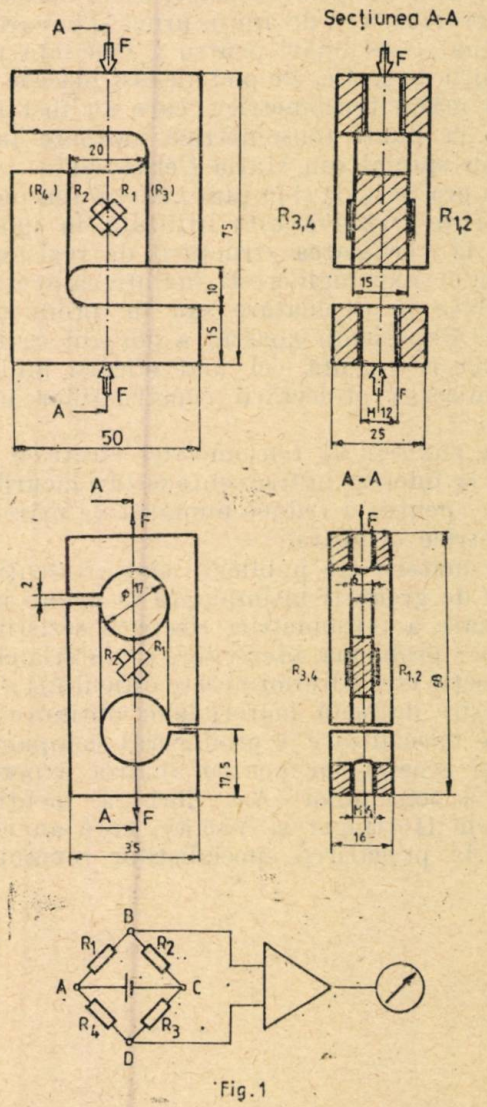



Fig.1

2. Aspecte privind începuturile și utilizarea tehnicii lacurilor casante pentru analiza experimentală a tensiunilor în România — *L.Năilescu, N.Iliescu*

3. Aspecte istorice ale utilizărilor mărcilor tensometricce rezistive pentru producerea captoarelor de forță în România — *A. Popescu, D.R.Mocanu, D.M.Ștefănescu*

Coautor la ultima lucrare, am făcut o prezentare generală, însoțită de diapozitive, a contribuției României la jubileul mărcilor tensometrice rezistive, lacurilor casante și captoarelor tensometrice de forță.

* * *

Primele utilizări ale mărcilor tensometrice în România au fost în scopuri didactice, cu studenții de la institutele politehnice din București și Iași. Ulterior, în 1957, s-a trecut la folosirea lor pe scară industrială. Primele măsurări tensometrice au fost efectuate la material rulant.

În 1958 am început măsurările la podul de cale ferată de peste Dunăre, de la Cernavodă, construit cu 100 de ani în urmă și la care s-au efectuat consolidări pentru a face față noilor condiții de trafic. Pe pod au fost plasate peste 1800 mărci tensometrice, care au fost racordate la punți tensometrice montate într-un vagon special din stația Cernavodă.

La ora actuală și în țara noastră tensometria electrică rezistivă este utilizată în mod curent la verificatea structurii de rezistență a construcțiilor inginerești, înainte ca acestea să fie date în exploatare sau în producție de serie. Experiența noastră a dovedit că tensometria reprezintă cel mai eficace mijloc în optimizarea proiectării construcțiilor inginerești.

Ca auxiliar al tensometriei electrice rezistive, se folosesc în frecvente cazuri lacurile casante, pentru a reduce numărul de mărci tensometrice utilizate.

În materialele publicate sînt evidențiate o serie de greutăți întîmpinate în primii ani de utilizare a tensometriei electrice rezistive, anume : problema adezivilor, a materialelor de protecție etc. Ulterior aceste dificultăți au fost depășite datorită materialelor obținute de la firme specializate în producerea echipamentelor și accesoriilor pentru analiza experimentală a tensiunilor. Am dori să menționăm firmele Hottinger și Vishay, care au contribuit la pregătirea specialiștilor români prin documentația furnizată, conferințe, seminarii științifice și expoziții organizate în țara noastră, cîteva avînd loc în cadrul simpozioanelor naționale de tensometrie.

Primele încercări de utilizare a mărcilor tensometrice la măsurarea forțelor s-au făcut începînd din 1966. În prezent se execută, cu bune rezultate, captoare de forță, cu sarcina pînă la 5 kN. Elemente elastice cu forme mai complicate sînt analizate cu ajutorul metodei elementelor finite.

Pentru extinderea pe o scară cît mai largă a metodelor de analiză experimentală a tensiunilor, îndeosebi a tensometriei electrice rezistive, în 1977 a fost înființată Comisia Centrală de Tensometrie, care are filiale în centrele universitare și în marile centre industriale ale țării. La intervale de 3 ani se organizează simpozioane naționale, cu participare internațională.

* * *

A avut loc un fructuos schimb de opinii cu reprezentanți specialiști în analiza experimentală a tensiunilor din R.P.Chineză, Cehoslovacia, Finlanda, R.F.Germană, Italia, Iugoslavia, Japonia, Kuweit, Olanda, Polonia, S.U.A., Suedia și Ungaria, țara noastră situîndu-se la nivelul țărilor dezvoltate în domeniul tensometriei.

După încheierea lucrărilor congresului mondial IMEKO XI, am participat la un seminar științific organizat de National Bureau of Standards din Washington.

Însoțit de *R.K.Mitchell*, reprezentantul american în comitetul tehnic IMEKO pentru măsurarea forțelor, am vizitat laboratorul de specialitate, precum și pe cel pentru încercări de materiale.

În cursul vizitei în S.U.A. am avut și posibilitatea unor scurte contacte științifice cu specialiști în măsurări de la institute de învățămînt superior tehnic din New York, Chicago, și Los Angeles.

Următorul Congres al Confederației Internaționale de Măsurări — IMEKO XII — va avea loc în septembrie 1991 la Beijing, R.P. Chineză, și se va desfășura sub deviza „Măsurare și progres".

Ing. *Dan—Mihai Ștefănescu*

Institutul Politehnic București

## NORMA TEHNICĂ DE METROLOGIE NTM 3—126—78

## VERIFICAREA METROLOGICĂ A MANOMETRELOR, VACUUMMETRELOR ȘI MANOVACUUMMETRELOR DE LUCRU CU ELEMENT ELASTIC

### 1. Domeniu de aplicare

1.1 Prezenta normă tehnică se referă la verificarea metrologică a manometrelor, vacuummetrelor și manovacuummetrelor de lucru cu element elastic, care indică continuu, pe o scară gradată sau diagramă, valoarea presiunii măsurate; aceste aparate sînt utilizate la măsurarea presiunilor mai mari sau mai mici decît presiunea atmosferică sau a diferențelor de presiune.

1.2 Nu fac obiectul prezentei norme:

— manometrele, vacuummetrele și manovacuummetrele cu semnal de ieșire unificat electric sau pneumatic;

— manometrele utilizate la măsurarea debitului fluidelor sau nivelului lichidelor;

— manometrele, vacuummetrele și manovacuummetrele cu indicare discontinuă a valorii presiunii măsurate;

— manometrele, vacuummetrele și manovacuummetrele cu limita superioară de măsurare mai mică de $0{,}6 \cdot 10^5$ Pa și mai mare de $10\,000 \cdot 10^5$ Pa;

— manometrele, vacuummetrele, manovacuumetrele și manometrele diferențiale cu clasa de precizie mai mică decît 1 sau mai mare decît 4;

— manometrele, vacuummetrele și manovacuummetrele cu dispozitiv pentru transmiterea indicațiilor la distanță.

### 2. Clasificare. Descriere

2.1 Manometrele, vacuummetrele și manovacuummetrele de lucru cu element elastic se pot clasifica:

2.1.1 *După felul măsurării*, în:

— manometre care măsoară presiuni mai mari decît presiunea atmosferică (suprapresiuni);

— vacuummetre care măsoară presiuni mai mici decît presiunea atmosferică (depresiuni);

— manovacuummetre, care măsoară atît presiuni mai mari cît și presiuni mai mici decît presiunea atmosferică (suprapresiuni și depresiuni).

2.1.2 *După modul de obținere a valorii presiunii măsurate*, în:

— aparate indicatoare;

— aparate înregistratoare;

— aparate indicatoare-înregistratoare

2.1.3 *După numărul de racorduri*, în:

— aparate cu un racord, care măsoară o singură presiune;

— aparate cu două racorduri care măsoară două presiuni (aparate duble).

2.1.4 *După numărul de ace indicatoare*, în:

— aparate cu un ac indicator;

— aparate cu două ace indicatoare; aceste aparate pot fi cu un racord sau cu două racorduri (aparate duble)

2.1.5 *După dispozitivele suplimentare*, în:

— aparate cu ac de control;

— aparate cu dispozitiv pentru semnalizare (semnalizatoare);

— aparate cu dispozitiv pentru înregistrare (înregistratoare).

2.2 Părțile componente principale ale manometrelor, vacuummetrelor și manovacuummetrelor de lucru cu element elastic sînt:

— piesa de racordare;

— elementul elastic;

— mecanismul de transmitere și amplificare;

— dispozitivul de indicare (cadran cu scară gradată, indicator, diagramă, peniță inscriptoare);

— cutia de protecție (carcasa);

— dispozitivul suplimentar (ac de control, dispozitiv pentru semnalizare etc), la aparatele prevăzute cu astfel de dispozitive.

*Observație.* Clasificarea și descrierea date nu sînt limitative

### 3. Condiții tehnice

3.1 Aparatul trebuie să se afle în stare bună de funcționare, fără urme de coroziuni, loviri, murdăriri sau alte defecte care ar putea afecta utilizarea corectă a acestuia.

Acoperirea de protecție a diferitelor piese nu trebuie să aibă defecte.

3.2 Scara trebuie gradată în unitatea de presiune pascal, simbol Pa, precum și în multiplii zecimali ai acestuia.

Se admite gradarea și în unitățile tolerate: bar (bar), kilogram-forță pe metru pătrat ($kgf/m^2$), milimetru coloană de mercur (mmHg), tor (Torr), milimetru coloană de apă (mm $H_2O$) cu multiplii și submultiplii zecimali ai acestora, în conformitate cu STAT 9446-77 (vezi anexa).

3.2.1 Valoara limitei maxime de măsurare la manometre și vacuummetre și a sumei dintre limita maximă și minimă de măsurare în valori absolute — la manovacuummetre trebuie să fie unul din numerele (1 ; 1,6 ; 2,5 ; 4 sau 6) · $\cdot 10^n$, unde $n$ este un număr întreg, pozitiv, negativ sau zero.

La vacuummetrele gradate în mm Hg se admit următoarele valori pentru limita maximă de măsurare : 800, 760 ; 450 și 300.

*Observație.* La aparatele existente în utilizare la data apariției prezentei norme, precum și la aparatele cu destinație specială specificată în documentul de aducere a acestora la verificare, se admit și alte limite maxime de măsurare.

3.2.2 Valoarea diviziunii trebuie să fie unul din numerele (1 ; 2 sau 5) · $10^n$, unde $n$ este un număr întreg, pozitiv, negativ sau zero.

3.2.2.1 La aparatele indicatoare, valoarea diviziunii nu trebuie să depășească de trei ori eroarea tolerată.

3.2.3 Reperele și cifrele scării gradate precum și orice alte simboluri sau notații de pe cadran trebuie să fie clare, fără întreruperi și să nu fie decolorate. Culoarea acestora trebuie să contrasteze cu culoarea de fond, astfel încît să fie ușor vizibile.

3.2.3.1 La aparatele cu destinație specială, anumite intervale ale scării gradate, repere, cifre, simboluri sau notații de pe cadran pot fi colorate în culori diferite de ale celorlalte.

3.2.3.2 La aparatele înregistratoare, gradațiile scării trebuie să corespundă celor de pe diagrame (în afara cazului în care diagramele sînt gradate în % din limita maximă de măsurare).

3.2.3.3 Reperele și cifrele de pe cadran precum și vîrful acului indicator pot fi acoperite cu substanțe luminiscente.

3.2.4 La aparatele indicatoare, reperele trebuie numerotate cel mult la fiecare al douăzecilea reper al scării gradate. Cel puțin al cincilea reper, în cazul în care numerotarea se face la fiecare al zecilea reper, sau al zecilea reper în cazul în care numerotarea se face la fiecare al douăzecilea reper, trebuie diferențiat prin dimensiuni de reperele mici.

Scara gradată trebuie să aibă cel puțin patru repere numerotate.

3.3 Acul indicator trebuie să aibă o culoare care să contrasteze cu culoarea cadranului.

3.3.1 Lățimea vîrfului acului indicator nu trebuie să depășească pe cea a reperelor cu lățimea maximă.

3.3.2 Acul indicator trebuie să acopere cel puțin 1/4 și cel mult 3/4 din lungimea reperelor scurte și să se deplaseze paralele cu suprafața cadranului și geamului.

3.4 Acul de control nu trebuie să se deplaseze la lovirea ușoară cu degetul pe carcasa aparatului.

3.5 Tamburul, discul sau sistemul de cilindri ai diagramei trebuie să permită rotirea liberă sau avansul diagramei independent de mecanismul de transmitere a mișcării la diagramă.

3.6 Cutia de protecție (carcasa), manșonul, rama sau capacul de închidere a carcasei metalice trebuie să aibă o acoperire de protecție.

3.6.1 La aparatele pentru măsurarea presiunii oxigenului, culoarea acoperirii de protecție trebuie să fie albastră.

*Observație.* La aparatele provenite din import, precum și în cazuri speciale, aprobate de Institul Național de Metrologie, se admite ca acoperirea de protecție să fie metalică, spre exemplu prin nichelare, cromare sau în alt fel.

3.6.2. Aparatele pentru măsurarea presiunii gazelor trebuie să fie prevăzute la carcasă cu un sistem pentru ieșirea gazului în cazul spargerii elementului elastic ; acest sistem trebuie asigurat astfel încît să evite pătrunderea prafului în interiorul aparatului.

3.6.3 Manșonul, capacul cu rama de închidere a carcasei trebuie să fie ajustate la carcasă fără interstiții.

3.6.4 Fixarea carcasei de suportul aparatului cu piesa de racordare nu trebuie să permită mișcarea carcasei față de suport.

La apăsarea cu degetul pe carcasa aparatului se admite ca acul indicator (peniță) să se deplaseze, dacă acul revine în poziția inițială după încetarea apăsării.

La aparatele prevăzute la carcasă cu ramă de fixare la panou nu se admite deplasarea acului indicator la apăsarea cu degetul pe această ramă.

3.7 Geamul, din sticlă sau alt material transparent, trebuie să fie incolor, fără sufluri, incluziuni sau alte defecte care să împiedice citirea corectă. Acesta trebuie fixat astfel încît să nu se poată mișca în locașul său.

3.8 Piesa de racordare trebuie prevăzută cu hexagon sau pătrat pentru montarea aparatului cu cheia.

3.9 Hîrtia diagramei trebuie să fie de bună calitate, astfel încît să nu sugă cerneala.

3.9.1 Scara de presiune a diagramelor trebuie să fie gradată în unități de presiune (pct. 3.2) sau în procente (%).

3.9.2 Liniile de citire ale scării diagramei și inscripțiile acesteia trebuie să fie clare, fără întreruperi sau pete albe.

3.10 Cutia de conexiuni de la aparatele cu dispozitive cu contacte electrice trebuie să fie bine fixată de carcasă, fără joc și închisă pentru a proteja bornele.

3.11 Aparatul trebuie să aibă următoarele inscripții :

*Tabelul 1*

| Inscripţii | Locul de aplicare |
|---|---|
| Unitatea de măsură | Cadran |
| Clasa de precizie | Cadran |
| Denumirea sau emblema întreprinderii producătoare | Cadran, carcasă sau capacul cutiei |
| Numărul de fabricaţie | Idem |
| Mediul a cărui presiune o măsoară (la aparatele pentru medii speciale, agresive sau care prezintă periculozitate în contact cu alte substanţe) | Cadran |
| Tensiunea şi frecvenţa curentului de alimentare (la aparatele cu alimentare electrică) | Carcasă sau capacul cutiei |
| Condiţiile nominale de verificare, dacă acestea diferă de condiţiile normale (vezi pct. 4.3.9) | Cadran |

*Observaţii :*

1. La aparatele provenite din import se admite să lipsească clasa de precizie, denumirea sau emblema întreprinderii producătoare şi numărul de fabricaţie ; după prima reparaţie, imprimarea clasei de precizie este obligatorie.
2. La aparatele care nu au imprimată clasa de precizie, aceasta va fi cea înscrisă în cartea tehnică (prospectul) aparatului sau, în lipsa acestuia, se va stabili la verificare, în funcţie de valoarea diviziunii conform pct. 3.2.2.1 şi se va specifica în buletinul de verificare sau în documentul echivalent care atestă verificarea.
3. La cerea beneficiarului şi cu aprobarea Institutului Naţional de Metrologie se pot aplica şi alte inscripţii.
4. La aparatele înregistratoare precum şi la alte aparate la care inscripţiile nu pot fi aplicate pe locul indicat în tabelul 1, se admite aplicarea acestora pe o plăcuţă cu inscripţii fixată vizibil şi sigur pe aparat.

3.11.1 Pe cadranul manometrelor folosite la măsurarea presiunii oxigenului trebuie să se imprime inscripţia „Oxigen. A se feri de grăsimi".

3.12 Erorile tolerate ale acestor aparate sînt :

*Tabelul 2*

| Clasa de precizie | Eroarea tolerată în procente (%) din limita maximă de măsurare | |
|---|---|---|
| | La verificarea | |
| | iniţială | periodică |
| 1 | ±0,8 | ±1 |
| 1,5 | ±1,2 | ±1,5 |
| (1,6) | (±1,3) | (±1,6) |
| (2) | (±1,6) | (±2,0) |
| 2,5 | ±2,0 | ±2,5 |
| 4 | ±3,0 | ±4 |

*Observaţii :*

1. La manovacuummetre, erorile tolerate sînt exprimate în procente din suma valorilor absolute ale limitelor de măsurare
2. Clasa de precizie 2 se admite numai la aparatele provenite din import, dacă pe cadranul acestora este indicată clasa de precizie sau eroarea relativă prin această cifră.
3. Erorile tolerate la verificarea iniţială se aplică la aparatele noi şi după reparaţie.

## 4 Verificare

### 4.1 *Operaţii de verificare*

Verificarea manometrelor, vacuummetrelor şi manovacuummetrelor cu element elastic comportă următoarele operaţii :

*a*) examinarea aspectului exterior şi a construcţiei ;

*b*) examinarea poziţiei acului indicator, respectiv peniţei inscriptoare faţă de reperul zero, respectiv faţă de linia de citire zero (eroarea de zero) ;

*c*) determinarea erorii de bază şi a variaţiei indicaţiilor ;

*d*) determinarea deferenţei de indicaţie, numai la aparatele cu ac de control ;

*e*) determinarea efortului de frînare, numai la aparatele cu ac de control ;

*f*) determinarea erorii şi a variaţiei semnalizării, numai la aparatele cu dispozitiv pentru semnalizare ;

*g*) determinarea erorii de timp a mersului orar al diagramei şi verificarea înregistrării, numai la aparatele cu dispozitiv de înregistrare.

Operaţiile de la pct. *a*, *b* şi *c* se execută la toate categoriile de aparate care fac obiectul prezentelor norme.

### 4.2 *Mijloace pentru verificare*

4.2.1 Mijloace de măsurare etalon

— manometre, vacuummetre sau manovacuummetre cu piston şi greutăţi cu clasa de precizie 0,2 ;

— manometre, vacuummetre sau manovacuummetre cu element elastic cu clasa de precizie 0,1 ; 0,16 ; (0,2) ; 0,25 ; (0,3) ; 0,4 şi 0,6.

*Observaţie :* La alegerea etalonului trebuie să se respecte condiţiile de la pct. 4.4.2.2. Pentru etaloanele cu coloană de mercur se admit şi alte clase de precizie, cu obligaţia să se respecte condiţiile de la pct. 4.4.2.2.

4.2.2 Alte mijloace pentru verificare

— mijloace pentru crearea presiunii ;

— dispozitive de separaţie cu lichide pentru presiuni de lucru pînă la $600 \cdot 10^5$ Pa ;

— cronometru cu valoarea diviziunii 0,1 s ;

— lupă Brinell ;

— mijloace auxiliare (chei, reducţii ş.a.).

### 4.3 *Condiţii pentru verificare*

4.3.1 Temperatura aparatului şi a mediului ambiant trebuie să fie 20°C (23°C), cu abateri care să nu conducă la erori suplimentare datorită variaţiei temperaturii faţă de 20°°C (23°C) mai mari de 1/5 din eroarea tolerată a aparatului verificat şi în acelaşi timp să nu depăşească temperatura de lucru admisă pentru etalonul utilizat.

*Observație.* Dacă temperatura nominală de lucru a aparatului, specificată ca atare pe acesta, este diferită de 20°C (23°C) cu mai mult decît prevede condiția de la pct. 4.3.1, temperatura aparatului de verificat și a mediului ambiant trebuie să corespundă temperaturii nominale de lucru specificată pe acesta.

4.3.2 Umiditatea relativă a aerului ambiant nu trebuie să depășească 80% în cazul verificării aparatelor indicatoare și $(60 \pm 15)\%$ în cazul verificării celor înregistratoare.

4.3.3 Vibrațiile sau trepidațiile trebuie eliminate, astfel încît amplitudinea oscilațiilor acului indicator (sau peniței inscriptoare provocate de acestea să nu depășească 0,1 din eroarea tolerată.

4.3.4 În timpul verificării, etalonul și aparatul de verificat trebuie să se afle în poziția de lucru.

4.3.5 Fluidul de lucru trebuie să fie aerul (sau alt gaz neutru) la aparatele cu limita maximă de măsurare pînă la $2{,}5 \cdot 10^5$Pa inclusiv și lichid pentru limite maxime de măsurare mai mari.

*Observații :*

1. Dacă fluidul de lucru care transmite presiunea în etalon este lichid, iar fluidul de lucru cu care se transmite presiunea în aparatul verificat trebuie să fie gaz (spre exemplu la aparatele pentru gaze), sau reciproc, trebuie să se utilizeze dispozitive de separație gaz-lichid.
2. Fluidul de lucru utilizat pentru transmierea presiunii în aparatele pentru oxigen este aerul la aparatele cu limita maximă de măsurare pînă la $2{,}5 \cdot 10^5$ Pa inclusiv și apa pentru limite maxime de măsurare mai mari ; acest lichid nu trebuie să fie impurificat cu ulei sau alte substanțe organice. Cu aprobarea Institutului Național de Metrologie se admit și alte lichide netoxice și a căror interacțiune cu oxigenul nu este periculoasă.
3. Înainte de verificare, trebuie să se asigure ca fluidul de lucru cu care se va crea presiunea în aparatul de verificat să nu reacționeze cu mediul a cărei presiune este destinat să o măsoare, în cazul în care mediul este indicat pe cadran sau în documentul de însoțire a acestuia.

4.3.6 Instalația pentru crearea presiunii trebuie să asigure posibilitatea creșterii și descreșterii line a presiunii, precum și menținerea constantă a presiunii în timpul citirii indicațiilor și la limita maximă de măsurare (pct. 4.4.2.5).

4.3.7 Dacă fluidul de lucru este lichid, capătul piesei de racordare a aparatului de verificat trebuie să fie în același plan orizontal cu capătul piesei de racordare a etalonului (dacă etalonul este un aparat cu element elastic)sau cu capătul inferior al pistonului (dacă etalonul este un aparat cu piston). În caz contrar, trebuie să se aplice corecția corespunzătoare pentru presiunea hidrostatică a coloanei de lichid, dacă valoarea acesteia depășește 1/5 din eroarea tolerată a aparatului verificat.

4.3.8 Aparatele pentru oxigen se primesc la verificare numai dacă sînt însoție de o garanție scrisă din partea unității care prezintă aparatele, în sensul că acestea nu poartă urme de grăsimi.

4.3.9 Se consideră condițiile normale de verificare, condițiile privind temperatura, umiditatea, vibrațiile și fluidul de lucru, date la pct. 4.3.1 ; 4.3.2 ; 4.3.3 și respectiv 4.3.5, precum și poziția verticală a cadranului și lipsa influenței, în condiții normale de lucru, a unei presiuni statice de coloană de lichid.

4.4 *Modul de verificare*

4.4.1 Examinarea aspectului exterior și a construcție.

4.4.1.1 Examinarea aspectului exterior și a construcției se face prin controlul îndeplinirii condițiilor tehnice, privitoare la :

| | |
|---|---|
| — starea generală a aparatului | pct. 3.1 |
| — scara gradată | pct 3.2...3.2.4 |
| — acul indicator | pct 3.3...3.4 |
| — sistemul de înregistrare | pct. 3.5 |
| — cutia de protecție | pct. 3.6...3.6.4 |
| — geamul | pct. 3.7 |
| — piesa de racordare | pct. 3.8 |
| — diagrama | pct. 3.9...3.9.2 |
| — cutia de conexiuni | pct. 3.10 |
| — inscripții | pct. 3.11 și 3.11.1 |

*Observație :* La verificarea periodică a aparatelor se face numai controlul îndeplinirii condițiilor tehnice de la pct. 3.1 ; 3.2 ; 3.2.3 ; 3.2.3.2 ; 3.4 ; 3.5 ; 3.6.4 ; 3.7 ; 3.9 3.9.2 ; 3.10 și 3.11.

4.4.2 Determinarea erorii de bază și a variației indicațiilor.

4.4.2.1 Înainte de începerea determinării se examinează poziția acului indicator, respectiv a peniței inscriptoare, față de reperul zero, respectiv față de linia de zero.

La aparatele cu știft opritor în dreptul reperului zero, acul trebuie să se sprijine pe știft cînd aparatul este în poziția de lucru și fără presiune. La aparatele fără știft opritor, abaterea acului indicator de la reperul zero nu trebuie se depășească eroarea tolerată.

4.4.2.2 Alegerea etalonului se face astfel încît :

*a*) eroarea tolerată a etalonului să fie cel puțin de patru ori mai mică decît eroarea tolerată a aparatului de verificat, în tot intervalul de măsurare al aparatului de verificat ; în cazuri bine justificate se admite, cu aprobarea Institutului Național de Metrologie, ca eroarea tolerată a etalonului să fie de cel puțin trei ori mai mică decît cea a aparatului de verificat ;

*b*) limita maximă de măsurare a etalonului nu trebuie să fie mai mică decît limita maximă de măsurare a aparatului de verificat.

4.4.2.3 Verificarea se face prin una din următoarele căi :

*a*) se stabilește la etalon presiunea de verificare și se face apoi citirea la aparatul de verificat ;

*b*) se creează presiune pînă ce acul indicator (peniță inscriptoare) de la aparatul de verificat se află în dreptul reperului care se verifică și se

citește apoi valoarea efectivă a presiunii la etalon.

4.4.2.4 Verificarea se face la cel puțin cinci valori de presiune la aparatele de clasa de precizie 1; 1,6; 2,5 și cel puțin trei valori la clasa de precizie 4. Valorile de presiune (reperele de verificat) trebuie să fie distribuite aproximativ uniform de-a lungul întregii scări gradate (diagrame) și să cuprindă și punctul corespunzător limitei maxime de măsurare.

La manovacuummetrele cu clasa de precizie 1,6; 2,5; 4 și limita maximă de măsurare mai mare de $5 \cdot 10^5$ Pa, precum și la cele cu clasa de precizie 1 și limita maximă de măsurare mai mare de $9 \cdot 10^5$ Pa, indicațiile porțiunii vacuummetrice nu se citesc ci numai se verifică deplasarea acului indicator în această porțiune cînd se aplică aparatului o depresiune.

4.4.2.5 Verificarea se face la aceleași valori de presiune (repere), atît la creșterea presiunii cît și descreșterea presiunii. Creșterea și descreșterea presiunii trebuie să se facă lin, astfel încît valorile de presiune (reperele) verificate să nu fie depășite. Înainte de a se face verificarea cu presiuni în descreștere, aparatul se va menține cinci minute la presiunea corespunzătoare limitei maxime de măsurare.

La verificarea aparatelor la care se utilizează ca etaloane aparate cu element elastic, etalonul se descarcă de presiune pe timpul menținerii aparatului de verificat la limita maximă de măsurare.

La vacuummetre sau manovacuummetre, verificarea și menținerea la limita maximă de măsurare (atunci cînd acesta este $1 \cdot 10^5$ Pa) se admite să se facă la $(0{,}95 \text{ sau } 0{,}90) \cdot 10^5$ Pa.

Eroarea de bază, definită ca diferența între indicația aparatului de verificat și indicația etalonului la fiecare valoare de presiune (reper), atît la verificarea cu presiuni în creștere cît și la verificarea cu presiuni în descreștere, nu trebuie să depășească eroarea tolerată.

Variația, definită — în cazul verificării conform pct. 4.4.2.3 *a* — ca diferența între indicația aparatului la verificarea cu presiuni în descreștere și respectiv în creștere la aceeași valoare a presiunii (realizată după etalon), nu trebuie să depășească valoarea absolută a erorii tolerate și, la aparatele fără dispozitiv de semnalizare cu contacte, să nu fie negativă.

În cazul verificării conform pct. 4.4.2.3 *b* variația se definește ca diferența între indicația etalonului la verificarea cu presiuni în creștere și respectiv în descreștere, la același reper de pe scara aparatului de verificat. Și în acest caz, variația nu trebuie să depășească valoarea absolută a erorii tolerate și, la aparatele fără dispozitiv de semnalizare cu contacte, să nu fie negativă.

4.4.2.6 La aparatele cu două ace indicatoare, diferența între indicațiile celor două ace, la aceeași presiune, nu trebuie să depășească valoarea asolută a erorii tolerate.

4.4.2.7 În timpul verificării se controlează și condițiile de la pct. 3.2.2.

4.4.2.8 După verificarea manometrelor pentru oxigen, aparatul verificat se scutură, cu racordul în jos, deasupra unei hîrtii curate. Dacă se observă pete de grăsime pe hîrtie după uscarea acesteia, aparatul trebuie respins, iar instalația pe care s-a efectuat verificarea va fi curățată.

4.4.3 Indicații specifice pentru verificarea aparatelor prevăzute cu dispozitive suplimentare (pct. 2.1.5).

*a*) Aparate cu ac de control

4.4.3.1 Determinarea erorii de bază și variației indicațiilor se efectuează conform pct. 4.4.2...4.4.2.8 după aducerea acului de control dincolo de limita maximă de măsurare.

4.4.3.2 Pentru determinarea efortului de frînare a acului de control, se aduce mai întîi acul de control, cînd nu este presiune în aparat, lîngă acul indicator; se creează apoi presiuni în creștere corespunzătoare reperelor scării verificate conform pct. 4.4.3.1. Citirea indicațiilor la aparatul de verificat se face după acul indicator.

Efortul de frînare, definit ca diferența (la aceeași valoare a presiunii) între indicațiile la verificare cu presiuni în creștere, cu acul de control cuplat cu cel indicator și respectiv cu acul de control necuplat (adus dincolo de limita maximă de măsurare), trebuie:

— să nu depășească dublul valorii absolute a erorii tolerate la aparatele de uz general;

— să nu fie mai mică decît valoarea absolută a erorii tolerate și să nu depășească triplul valorii absolute a erorii tolerate, la manometrele pentru calea ferată.

4.4.3.3 Efortul de frînare al acului de control de la aparatele care au un reper colorat pe scara gradată trebuie să se determine numai în intervalul scării cuprins între reperul colorat și limita maximă de măsurare.

*b*) Aparate indicatoare duble

4.4.3.4 Verificarea se poate efectua în același timp sau pe rînd la ambele ace indicatoare. Diferența indicațiilor celor două ace indicatoare trebuie să satisfacă condiția de la pct. 4.4.3.6.

4.4.3.5 După verificare se creează presiune pînă la limita maximă de măsurare numai printr-un singur racord, se izolează aparatul și se menține această presiune 3—5 minute. În acest timp nu trebuie să se constate scăderea presiunii în elementul elastic sub presiune.

*c*) Aparate indicatoare cu dispozitiv pentru semnalizare

4.4.3.6 Determinarea erorii de bază și a variației indicațiilor (sau înregistrării) se efec-

tuează (conform pct. 4.4.2...4.4.2.8) după aducerea indicatoarelor de semnalizare în afara limitei minime și respectiv maxime de măsurare.

4.4.3.7 Verificarea dispozitivului pentru semnalizare cu contact electric se efectuează astfel: se conectează mai întîi dispozitivul într-un circuit electric cu sistem de semnalizare optic, alimentat de un curent conform indicațiilor de utilizare din cartea tehnică a aparatului. Se aduce indicatorul de semnalizare într-o poziție din prima treime a intervalului de măsurare al scării gradate și se crește apoi lin presiunea pînă se produce semnalul optic (dacă indicatorul este de maxim) sau se întrerupe (dacă indicatorul este minim), motivîndu-se presiunea indicată de etalon; după aceasta se ridică în continuare presiunea cu 2—3 diviziuni și apoi se coboară pînă ce se întrerupe semnalul (dacă indicatorul este de maxim) sau se produce (la cel de minim), notîndu-se din nou presiunea indicată de etalon.

Eroarea de semnalizare, definită ca diferență între indicația corespunzătoare poziției indicatorului de semnalizare și indicația etalonului la apariția (sau dispariția) semnalului luminos, nu trebuie să depășească dublul valorii absolute a erorii tolerate, atît la verificarea cu presiuni în creștere cît și cu presiuni în descreștere la aparatele cu contacte electrice normale arc și 6% din limita maximă de măsurare la aparatele cu contacte electrice cu magneți.

Variația semnalizării, definită ca diferența între indicațiile etalonului la apariția și respectiv dispariția semnalului luminos, la verificarea cu presiuni în creștere și respectiv în descreștere, pentru aceeași poziție a acului de semnalizare, nu trebuie să depășească dublul valorii absolute a erorii tolerate la aparatele cu contacte electrice normale arc și 6% din limita maximă de măsurare la aparatele cu contacte electrice cu magneți.

4.4.3.8 Verificarea de la pct. 4.4.3.7 se repetă pentru alte două poziții ale indicatorului de semnalizare: una în a doua treime și celaltă în ultima treime a intervalului de măsurare al scării gradate.

4.4.3.9 În cazul aparatelor cu două indicatoare de semnalizare, acestea se verifică separat. În timp ce se verifică unul din acestea, celălalt se află în afara intervalului de măsurare.

*d*) Aparate cu dispozitiv de înregistrare

4.4.3.10 Aparatele cu dispozitiv de înregistrare trebuie prezentate la verificare însoțite de diagramele necesare și cerneala proprie.

4.4.3.11 Determinarea erorii de bază și a variației se efectuează conform pct. 4.4.2... 4.4.2.8, unde în locul termenilor „indicație", „ac indicator", „scară gradată", „reper", se vor utiliza termenii „linie înregistrată", „peniță" „diagramă" și respectiv „linie de citire a diagramei".

Pentru determinarea erorii de bază și variației înregistrărilor, dispozitivul de antrenare a diagramei se deconectează astfel încît să permită deplasarea diagramei la acționarea manuală pentru trasarea (înregistrarea) de linii pe diagramă la presiunile verificate.

În cazul aparatelor indicatoare-înregistratoare, se verifică simultan și scara gradată de pe cadran.

Dacă aparatele au și dispozitiv pentru semnalizare, acesta se verifică conform pct. 4.4.2.6 ...4.4.3.9.

4.4.3.12 Determinarea erorii de timp a mersului orar al diagramei.

La măsurarea intervalelor de timp în vederea determinării erorii de timp a mersului orar al diagramei, se utilizează în principiu:

— la dispozitivele cu micromotor sincron: un cronometru (ceas) electric sincronizat cu frecvența curentului de alimentare a motorului;

— la dispozitivele cu mecanism de orologerie: un cronometru mecanic.

Dacă se utilizează un cronometru mecanic la verificarea dispozitivelor cu micromotor sincron, trebuie să se țină seama de eventuala eroare datorată diferenței între frecvența reală a curentului de alimentare și frecvența nominală de utilizare a motorului.

Pentru determinarea erorii de timp a mersului orar al diagramei, se procedează astfel: se pune în funcțiune dispozitivul de antrenare a diagramei; în momentul în care penița va fi în dreptul primei linii de citire de timp constant care urmează pe diagramă, se înscrie un reper cu penița pe diagramă și se pune în funcțiune cronometrul; în momentul în care penița se află pe o linie de citire de timp constant corespunzător la un interval de timp $t$ față de linia de citire de timp constant în dreptul căreia s-a trasat reperul și s-a început cronometrarea, se înscrie cu penița al doilea reper, se oprește cronometrul și se citește indicația. Intervalul de timp pentru verificarea erorii mersului orar al diagramei trebuie să fie cel puțin $t = 8 \cdot \Delta t$ ore, unde $\Delta t$ este 1/5 din valoarea în minute a unei diviziuni de timp a diagramei.

Eroarea de timp a mersului orar a diagramei, definită ca diferența între intervalul de timp parcurs de peniță pe diagramă (între cele două repere) și intervalul de timp citit la cronometru, nu trebuie să depășească la 24 de ore $\pm 3$ minute la aparatele cu dispozitiv de antrenare cu mecanism de orologerie și $\pm 5$ minute la cele cu dispozitiv de antrenare cu motor sincron.

4.4.3.13 Verificarea înregistrării

Verificarea înregistrării cuprinde:

*a*) controlul coincidenței liniei înregistrate de penița care se deplasează pe diagrama imobilă

cu liniile de citire a presiunilor la timp constant ale diagramei. Acest control se efectuează astfel: se deplasează diagrama pînă ce peniţa se află la extremitatea unei linii de citire de timp constant şi apoi se blochează diagrama, mecanismul de antrenare fiind oprit. La înregistratoarele cu diagramă cu disc această extremitate va fi cea corespunzătoare limitei maxime de măsurare. Se variază apoi presiunea astfel încît peniţa să se deplaseze în limitele întregului interval de măsurare al aparatului. Linia înregistrată de peniţă la deplasarea acesteia pe diagrama imobilă nu trebuie să se depărteze de linia de citire de timp scontat cu mai mult de:

0,25 mm dacă această linie de înregistrare şi această linie de citire se întretaie către mijlocul diagramei;

0,5 mm dacă aceasta se întretaie la extremităţile diagramei (extremităţile liniei de citire de timp constant);

*b*) controlul coincidenţei liniei înregistrate de peniţa imobilă pe diagrama în mişcare cu liniile de citire a presiunilor constante în timp a diagramei. Acest control se efectuează astfel: se decuplează dispozitivul de antrenare a diagramei astfel încît aceasta să poată fi rotită liber şi se creează presiune în aparat pînă ce peniţa ajunge, succesiv, în dreptul liniilor de citire de pe diagrama corespunzătoare presiunii nule, medii şi maxime. La fiecare din aceste presiuni (constante pe timpul înregistrării) se roteşte diagrama cu o rotire completă) — la înregistratoarele cu diagramă disc sau diagramă circulară (pe tambur)) — sau se desfăşoară banda cu cel puţin 200 mm, în limitele părţii vizibile a diagramei) — la înregistratoarele cu diagramă bandă.

La înregistratoarele cu diagramă disc sau circulară (pe tambur), începutul şi sfîrşitul liniilor înregistrate de peniţă trebuie să se împreuneze cu o abatere care să nu depăşească lăţimea liniei înregistrate.

Linia înregistrată de peniţă nu trebuie să fie distanţată de linia de citire a presiunii constante cu mai mult de 1/3 din valoarea absolută a erorii tolerate.

În timpul înregistrării temperatura nu trebuie să varieze cu mai mult de 1°C iar umiditatea cu mai mult de 15%.

*c*) controlul lăţimii liniei înregistrate, care se face în mai multe puncte.

Lăţimea liniei înregistrate de peniţă nu trebuie să depăşească 0,4 mm; variaţia de lăţime, pe toată lungimea liniei înregistrate, nu trebuie să fie mai mare de 0,1 mm. La toate verificările, liniile înregistrate de peniţă trebuie să fie continue.

## 5. Marcare

5.1. Manometrele, vacuummetrele şi manovaccuummetrele de lucru cu element elastic care corespund prescripţiilor prezentei norme tehnice sînt admise la verificare şi se marchează de către organele metrologiei de stat cu marca pentru verificări metrologice.

5.2 Aparatele care nu îndeplinesc condiţiile din prezentele norme tehnice nu se marchează, folosirea lor fiind interzisă.

**ANEXA 1**

**Valorile echivalente în pascali ale unităţilor de presiune tolerate, admise a fi utilizate la gradarea manometrelor, vacuummetrelor şi manovacuummetrelor de lucru cu element elastic**

| Unitatea tolerată | | Valoarea echivalentă în Pa |
|---|---|---|
| Denumire | Simbol | |
| bar | ba | $1 \cdot 10^5$ |
| milibar | mbar | $1 \cdot 10^2$ |
| kilobar | kbar | $1 \cdot 10^8$ |
| kilogram forţă pe metru pătrat | $kgf/m^2$ | 9,806 65 |
| kilogram forţă pe centimetru pătrat | $kgf/cm^2$ | $9.806\,65 \cdot 10^4$ |
| milimetru coloană de mercur | mm Hg | $1,333\,22 \cdot 10^2$ |
| tor | Torr | $1,333\,22 \cdot 10^2$ |
| milimetru coloană de apă | mm $H_2O$ | 9,806 65 |
| metru coloană de apă | m $H_2O$ | $9,806\,65 \cdot 10^3$ |

bar = 1,017 72 $kgf/cm^2$ = 750,062 mm Hg;

$kgf/cm^2$ = 0,980 665 bar = 735,559 mm Hg

Termenele limită de utilizare ale unităţilor tolerate sînt date în STAS 9446–77.

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

REDACȚIA :

COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21 sector 1
Telefon : 15 02 00 și 17 01 60/982

ADMINISTRAȚIA :

INTREPRINDEREA DE STAT PENTRU IMPRIMATE ȘI ADMINISTRAREA PUBLICAȚIILOR

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1, București, 71 341
Telefon : 177729, 176010 și 176080. interior 2086 și 2483.

COLEGIUL DE REDACȚIE

**Redactor șef :** dr. ing. Dan Stoichițoiu

Colectiv Secțiunea **Calitate :** ing. Ioan Roman — redactor responsabil. ing. Mihai Meiu, ing. Radu Moțoiu, ing. Traian Teodoru

Colectiv Secțiunea **Fiabilitate :** dr. ing. Ioan Bacivarof — redactor responsabil, dr. ing. Adrian Mihalache, dr. Viorel Vodă, fiz. Adalbert Szakáts, dr. ing. Ulrich Wiener

Colectiv Secțiunea **Metrologie :** dr. ing. Aurel Millea, — redactor responsabil, fiz. Dragoș Boiciuc, ing. Paul Dârvariu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, ing. Radu Soviani.

**Secretar de redacție :** Viorica Burciu

1991 JUL 16

Cererile pentru abonamente vor fi adresate administrației, în contul 645120608 BCR, filiala sector 1, Costul unui abonament anual este 180 lei

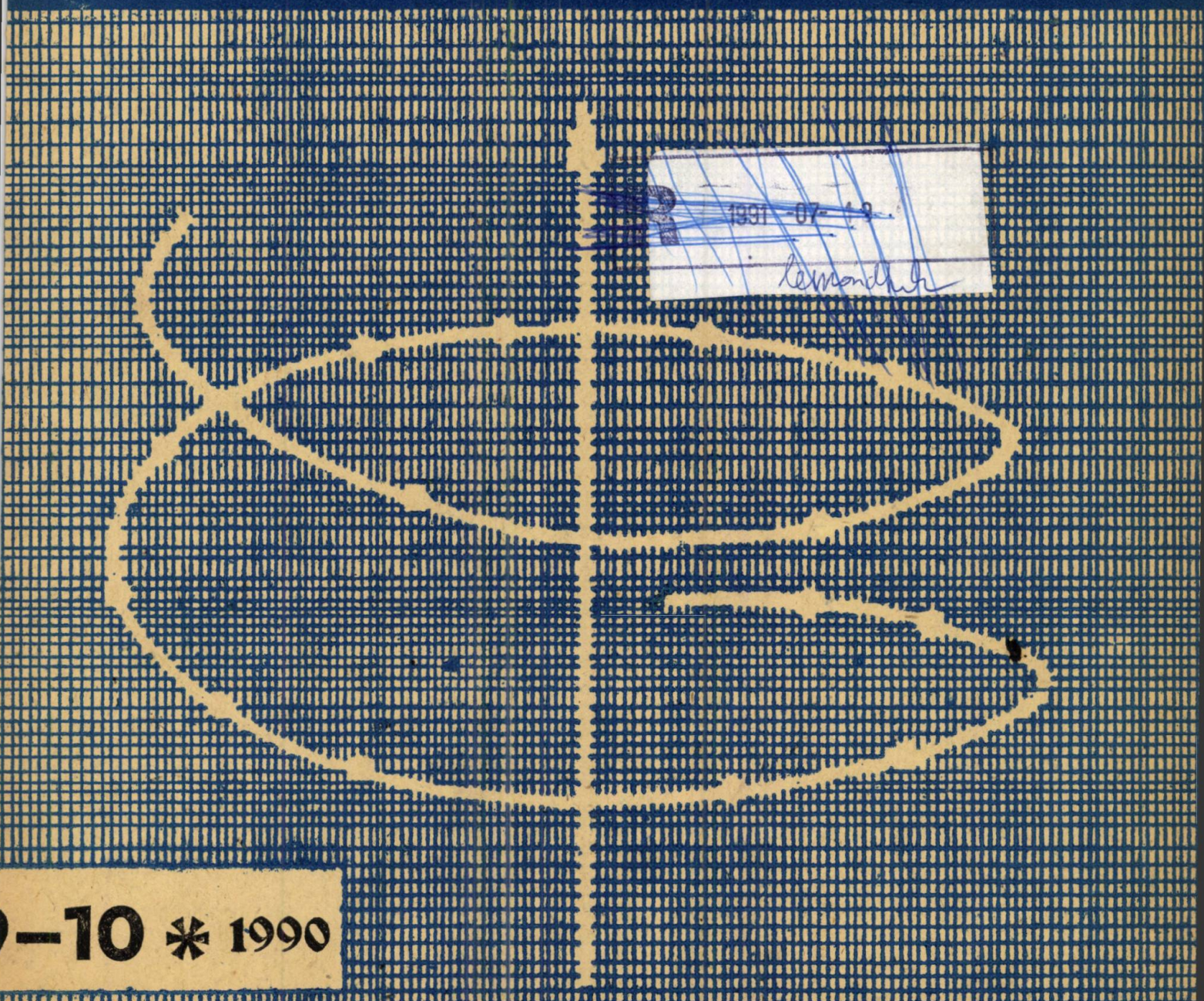
Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate a ISIAP Calea Victoriei 174 cont 645120608 BNR filiala sector 1

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, București, str. 13 Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

c. 2530 — ÎNTREPRINDEREA POLIGRAFICĂ „UNIVERSUL" BUCUREȘTI **Lei 30**

E 8225

# CALITATE FIABILITATE METROLOGIE



1991 -07- 19

0-10 * 1990

# 8 NOIEMBRIE 1990 — ZIUA MONDIALĂ A CALITĂŢII

*Calitatea a devenit marea şansa pentru supravieţuirea şi prosperitatea unei întreprinderi, ramuri industriale, economii naţionale, a unui întreg popor. Ea trebuie abordată cu toate mijloacele pe care ştiinţa le pune la dispoziţie — întrunite sub genericul de managementul total al calităţii.*

*Definiţia termenului CALITATE aşa cum este formulată în stanardul internaţional ISO 8402/1986 este „ansamblul de proprietăţi şi caracteristiei ale unui produs sau serviciu, care îi conferă acestuia proprietatea de a satisface nevoile exprimate sau implicite".*

*În trecut, pe plan mondial era ideia „CALITATEA ESTE PROBLEMA TUTUROR" în sensul că toţi oamenii, indiferent de locul pe care îl ocupă în societate, de rangul pe care îl au într-o întreprindere, pot şi trebuie să aibă o contribuţie în realizarea calităţii muncii obiectului lor. Din nefericire, această lozincă, cu caracterul ei general, s-a transformat treptat într-o realitate crudă, respectiv CALITATEA ESTE PROBLEMA NIMANUI. Din acest considerent, în prezent a fost lansată o ideie mai mobilizatoare, respectiv CALITATEA ESTE PROBLEMA FIECARUIA.*

*Ca o recunoaştere a rolului ce îi revine calităţii în lumea contemporană, E.O.Q. — Organizaţia Europeană pentru Calitate—, A.S.Q.C. — Asociaţia Americană pentru Controlul Calităţii, I.A.Q. — Academia Internaţională pentru Calitate şi Asociaţia Oamenilor de Ştiinţă şi Inginerilor din Japonia, au hotărît ca în fiecare an, în a doua joi a lunii noiembrie, să se aniverseze ZIUA MONDIALA A CALITATII.*

*În acest an, pe data de 8 noiembrie 1990, pentru prima dată s-a sărbătorit şi la noi în ţară această zi festivă. În acest scop, Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate, respectiv Oficiul de Stat pentru Calitate, a organizat în fiecare judeţ, inclusiv în Bucureşti, simpozioane (cu participarea de specialişti, din ţară şi străinătate), conferinţe de presă, expoziţii de produse realizate la un nivel calitativ deosebit — pe care l-am dori permanent — etc., care să simbolizeze această sărbătorire.*

*Cu ocazia ZILEI MONDIALE A CALITATII, d-nul PETRE ROMAN, Prim Ministru al Guvernului a adresat un mesaj naţiunii. Un mesaj asemănător a fost transmis şi de d-nul profesor A. GOLDSMITH fostul preşedinte al Organizaţiei Europene pentru Calitate—E.O.Q. (în prezent funcţia de preşedinte al E.O.Q. a fost preluată de d-nul G. FUHR — Germania).*

*Redacţia revistei CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE, îndeamnă pe toţi cititorii să lupte prin toate mijloacele pentru calitate deoarece SALVIND CALITATEA NE SALVAM VIITORUL.*

*REDACTOR RESPONSABIL*
drd. ing. *IOAN ROMAN*

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

Publicaţie de informare şi dezbatere
tehnico-economică
a
COMISIEI NAŢIONALE PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ŞI CALITATE


## SUMAR

Număr dedicat ZILEI MONDIALE A CALITĂŢII


Mesajul Domnului Prim Ministru **Petre Roman** adresat cu prilejul Zilei Mondiale a Calităţii . . . . . 230

Mesajul Domnului Preşedinte al Organizaţiei Europene a Calităţii **G.A. Goldsmith** adresat cu prilejul Zilei Mondiale a Calităţii . . . . . 230

*NICOLAE DRĂGULĂNESCU :* Piaţa Comună şi noua concepţie asupra calităţii . . . . . 231

*VERONEL ANTONESCU :* Calitatea serviciilor . . . . . 233

*TRAIAN TEODORU :* Calitatea : de la filozofie la ... filozofie . . . . . 237

*TRAIAN NISTOR :* Consideraţii privind certificarea şi omologarea produselor şi serviciilor . . . . . 239

*NICOLAE NOICA :* Tradiţii româneşti în asigurarea calităţii construcţiilor (sec. XIX – XX) . . . . . 243

*NICOLAE FILICENCO :* Consideraţii asupra metodelor Taguchi . . . . . 246

*DAN STOICHIŢOIU :* Interferenţa dintre metrologie şi calitate. Sistemul OIML de certificare a mijloacelor de măsurare . . . . . 250

*JULIEN BRATU :* Probleme internaţionale privind certificarea calităţii . . . 252

*VICTOR BOLCHIŞ :* Funcţia de calitate – element de legătură esenţial între proiectarea funcţională şi proiectarea tehnologică la întocmirea documentaţiei tehnice pentru maşini-unelte de înaltă precizie . . . . . 254

*LUCREŢIA VASILIU* ş.a. : Metoda de caracterizare a coloranţilor de dispersie . . . . . 262

*ION MARTALOGU :* Evaluarea calităţii prin metoda demeritelor . . . . . 264

*ALEXANDRU DUMA :* Unele probleme cu privire la patologia construcţiilor 268

*ELENA DOVAL :* Consideraţii privind feed-back-ul asigurării calităţii . . . . 271

*MIHAELA ŞERBU :* Valori aberante în modelele liniare şi aplicaţii în controlul calităţii . . . . . 274

*LILIANA SIMION :* Asupra calităţii legumelor şi fructelor proaspete, pentru armonia relaţiilor consumator-producător . . . . . 279

*NICOLAE ANDREEV :* Calitatea activităţii de service pentru satisfacerea cerinţelor posesorilor de autoturisme. . . . . 283

*CONSTANTIN CORNELIU ACKER :* Asupra prelucrării suprafeţei de forma unui cilindru circular drept . . . . . 287


* * *


CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE, vol. XXXVII (Serie nouă II) nr. 9–10 1990 p.229–292

# MESAJUL

## Domnului Prim Ministru Petre Roman

## adresat cu prilejul

## ZILEI MONDIALE A CALITĂŢII

Anul acesta sărbătorim prima dată „Ziua Mondială a Calităţii" la 8 noiembrie 1990, prilej cu care ne reamintim de calitatea cotidiană a fiecărui produs, construcţie şi serviciu, de calitatea relaţiilor umane şi a vieţii.

Astăzi, mai mult ca oricînd, prestigiul, prosperitatea şi chiar supravieţuirea economică sînt condiţionate de încrederea cumpărătorului, pentru care cel mai sigur argument este calitatea.

Cîştigarea încrederii justificate a cumpărătorului, atît a celui intern cît şi a potenţialilor clienţi din străinătate, presupune un efort concertat al tuturor factorilor interesaţi şi o strategie în cadrul căreia calităţii să i se atribuie rolul de prioritate naţională.

Guvernul este decis şi pregătit să ofere sprijinul necesar atît agenţilor economici hotărîţi să promoveze competitivitatea prin calitate, cît şi consumatorilor pe deplin îndreptăţiţi să li se ofere numai bunuri de calitate. Totodată vom acţiona pentru o corelare cît mai justă între calitate şi preţul plătit pentru aceasta.

Un consumator neavizat „timorat" de lipsa unor produse şi servicii, înclinat să accepte chiar lipsa de calitate, ar putea declanşa la unii producători tentaţia desconsiderării calităţii, ceea ce este de natură să creeze un serios handicap în competiţia internaţională.

Pe de altă parte, cerinţe specifice sînt impuse şi de accesul pe piaţa internaţională. Certificarea calităţii produselor de către un organism specializat, neutru şi independent, recunoscut ca atare de partenerii comerciali va avea un rol esenţial, atît din punct de vedere al protecţiei consumatorilor, cît şi din promovarea exporturilor româneşti.

Desigur, condiţia primordială rămîne calitatea însăşi — implicînd respectul demnităţii fiecăruia dintre noi; aceasta este o opţiune fără alternativă.

# MESAJUL

## Domnului Preşedinte al Organizaţiei Europene a Calităţii G. A. Goldsmith

## adresat cu prilejul

## ZILEI MONDIALE A CALITĂŢII

Integrarea calităţii conduce la reconcilierea a două puncte de vedere ale fiinţei umane. Primul este aprecierea calităţii ca un drept propriu, iar al doilea este efectul exercitat de produs sau servicii asupra calităţii vieţii individului.

Este o plăcere să utilizezi un instrument construit frumos sau să beneficiezi de un serviciu care îţi dă un sentiment de confort.

Utilizarea unui instrument care satisface eficient cerinţele pentru care a fost conceput, fără a creea dificultăţi, sau un serviciu care facilitează soluţionarea problemelor unei zile conduc la ridicarea calităţii vieţii în ziua respectivă.

Comunicarea conduce la o mai bună înţelegere a nevoilor, iar sistemele curente de asigurare a calităţii şi de management al calităţii sînt structurate de mecanismul comunicaţiei. Abordările estetice şi practice devin mai apreciate prezentîndu-se ca nevoi, sentimente şi aspiraţii şi sînt incluse în comunicaţii formale, iar întreaga gîndire cu privire la calitatea este integrată într-un concept unic.

Procesul de integrare are loc în cadrul organizaţiilor, naţiunilor, grupărilor politice şi mai ales la nivelul persoanei, indivizii definindu-şi mai clar nevoile care aşteaptă să fie ratificate şi fiind tot mai încîntaţi de produsele şi serviciile de care beneficiază.

Toate activităţile noastre trebuie structurate pentru a realiza satisfacţia consumatorilor care, în cel mai larg sens, sînt cei care se află în jurul nostru şi cu care venim în permanent în contact. La scară mondială acest mod de abordare va conduce la o creştere rapidă a calităţii vieţii tuturor.

# Piaţa Comună şi noua sa concepţie asupra calităţii

Ing. *NICOLAE DRAGULĂNESCU*
Preşedintele
Comisiei Naţionale pentru Standarde Metrologie şi Calitate

„Carta de la Paris pentru o nouă Europă", documentul recentei reuniuni a Conferinţei pentru Securitate şi Cooperare în Europa, instituie, ca primă responsabilitate a guvernelor, şi promovarea drepturilor omului, între care şi cele economice. Practic întreaga populaţie a lumii este alcătuită din oameni în ipostaza de cumpărători — consumatori — utilizatori de bunuri şi servicii, oameni al căror drept de a nu fi înşelaţi, de a fi corect informaţi şi instruiţi, deci de a fi respectaţi, trebuie apărat şi promovat de stat.

O adevărată industrie a dovezilor pentru cîştigarea încrederii cumpărătorilor şi un important „minister" pentru asigurarea credibilităţii acestor dovezi sînt pe cale de a se institui la nivel european, şi chiar mondial, prin noua concepţie a „abordării globale a calităţii" în Comunitatea Economică Europeană. Acest proces a fost declanşat la sfîrşitul anului 1989, aflîndu-se în prezent în plină evoluţie.

În acest context, se remarcă aspecte specifice care fac extrem de dificilă, dar nu mai puţin motivantă, abordarea politicii româneşti în domeniul calităţii produselor şi serviciilor :

— evoluţie rapidă a conceptelor şi liniilor directoare pe plan internaţional şi european ;

— mutaţiile fundamentale care au loc la nivelul economiei noastre naţionale.

Într-adevăr, integrarea europeană apropie în prezent un moment semnificativ — crearea „Pieţei interne unice", un spaţiu în care se va asigura circulaţia liberă a bunurilor, persoanelor, serviciilor şi capitalurilor, obiectiv esenţial urmărit de peste trei decenii de semnatarii Tratatului de la Roma.

Obiectivele tactice ale acestei perioade hotărîtoare pentru statele vest-europene au fost cuprinse în „Cartea Albă" a C.E.E. (1985) :

— înlăturarea barierelor fizice (punctele de verificare vamale) ;

— eliminarea barierelor generate de taxe ;

— suprimarea barierelor tehnice introduse de aplicarea unor standarde şi reglementări diferite, de la ţară la ţară, documente ce pot fi utilizate de unele state în scopuri protecţioniste.

Armonizarea politicii în domeniul standardizătii, măsurărilor, certificării şi acreditării aduce o contribuţie importantă la suprimarea barierelor tehnice, recunoscută ca atare şi recomandată guvernelor de către toate instanţele majore ale continentului şi lumii : Conferinţa pentru Securitate şi Cooperare în Europa, Comisia Economică ONU pentru Europa, Comisia Comunităţilor Europene, Acordul General pentru Tarife şi Comerţ (GATT).

Alături de armonizare, un element esenţial al „abordării globale a calităţii" îl constituie implicarea directă a guvernelor. Astfel, de exemplu, preşedintele SUA este obligat prin lege să decerneze „Premiul naţional pentru calitate" ; campania naţională britanică pentru calitate a fost lansată în 1984, printr-un mesaj al primului ministru ; guvernul spaniol „sponsorizează" privatizarea organismelor naţionale în domeniul calităţii pe baza unui program eşalonat pe patru ani ; statul belgian garantează certificatele de conformitate eliberate de organismele acreditate ; guvernele statelor din afara CEE garantează organismele naţionale respective la încheierea înţelegerilor de recunoaştere reciprocă cu organisme similare din statele membre ale comunităţii europene. În acelaşi sens se exprimă şi „Manifestul calităţii' semnat în 1988 de toţi foştii preşedinţi ai Societăţii Americane pentru Controlul Calităţii.

Apropierea de economia de piaţă şi de principalii exponenţi ai acesteia (statele membre ale CEE, Japonia, SUA etc.) presupune ca o condiţie de asigurare a credibilităţii, adoptarea unor structuri şi mecanisme compatibile cu cele existente în aceste ţări. Voinţa guvernului român de a se înscrie în acest context a fost recunoscută prin semnarea la 22 octombrie 1990 a „Acordului de cooperare economică şi comercială cu Comunitatea Economică Europeană', document prin care se pun bazele relaţiilor economice ale ţării noastre cu „cei 12". Printre altele, în acest acord deosebit de important se prevăd liberalizarea schimburilor şi extinderea cooperării în numeroase domenii, printre care şi standardizarea, testarea şi certificarea calităţii.

Avem tot interesul de a împiedica transformarea în obstacole pentru comerţul nostru internaţional, a deosebirilor încă existente dintre instituţiile şi reglementările româneşti din

domeniul calităţii şi cele de la prezumtivii noştri parteneri de afaceri. În acest sens, Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate a întreprins eforturi consistente privind cunoaşterea evoluţiilor de ultimă oră în ceea ce priveşte abordarea calităţii pe plan internaţional. Pe această bază au fost elaborate, de specialiştii comisiei, proiectele de legi privind asigurarea calităţii pentru protecţia consumatorului, privind standardizarea şi respectiv metrologia — pachet prezentat guvernului.

Mutaţiile ce se impun, dincolo de dificultăţile inerente presupuse de orice transformare fundamentală, trebuie să asigure, în cazul ţării noastre şi umplerea unui gol legislativ şi instituţional care nu mai poate fi tolerat fără consecinţe grave pentru economia naţională. Dacă în statele cu tradiţie în domeniul organizării pentru calitate se află în vigoare zeci şi zeci de legi, decrete, hotărîri şi ordonanţe vizînd acest domeniu, singura noastră reglementare actualmente în vigoare privind calitatea este Hotărîrea Guvernului nr. 335/1990 „trecută cu vederea" de majoritatea covîrşitoare a agenţilor economici. Situaţia este cu atît mai îngrijorătoare cu cît această nesocotire a unui act reglementar este în contradicţie flagrantă cu principiile fundamentale ale statului de drept ce urmărim a-l instaura şi favorizează degradarea accelerată a calităţii produselor şi serviciilor, realizate şi oferite consumatorilor interni şi externi. Este vorba, în ultimă instanţă, de dispreţuirea de către producător a demnităţii omului consumator, de menţinerea „dictatului producătorului". Această stare de lucruri are consecinţe negative evidente şi este greu de remediat fiind chiar încurajată şi de neincluderea explicită a calităţii între obiectivele programului guvernamental.

Specialiştii apreciază că pentru a păstra un client se cheltuie de zece ori mai puţin decît pentru a cîştiga unul nou.

O constatare se impune : pierderea de prestigiu „realizată" într-un an — 1990 — prin scăderea calităţii produselor oferite de unii producători români atît în ţară cît şi la export, va putea fi cu greu recuperată în deceniul următor, evident numai cu preţul unor mari eforturi depuse pentru a cuceri noi pieţe.

Momentul actual este propice declanşării noii abordări a calităţii româneşti din cel puţin două motive : unul general — orice întîrziere la pornire înseamnă întîrziere în atingerea obiectivului şi unul particular — astăzi nici ceilalţi nu sînt foarte avansaţi în constituirea noilor instituţii şi reglementări presupuse de această abordare.

În Belgia, de exemplu, Legea privind acreditarea organismelor certificatoare, a laboradoarelor de încercări şi a organismelor de control a fost adoptată în iulie 1990, iar organismele prevăzute de ea sînt abia în curs de constituire.

În Italia, situaţia se prezintă invers : instituţiile pentru acreditarea laboratoarelor şi de certificare a conformităţii funcţionează din 1988 şi respectiv 1989, iar legea acreditării şi certificării este prevăzută pentru sfîrşitul anului 1990.

Este adevărat că apartenenţa la Comunitatea Economică Europeană simplifică enorm lucrurile pentru statele membre, dar nimeni nu ne împiedică să valorificăm experienţa deja acumulată în cadrul CEE unde „directivele comunitare", cuprinzînd cerinţele esenţiale privind siguranţa în funcţionare a produselor, sînt adoptate ca legi naţionale, iar standardele armonizate, destinate orientării activităţilor în domeniul calităţii (seriile de standarde europene EN 29000 şi EN 45000 armonizate la rîndul lor cu standardele internaţionale respective) sînt adoptate fără modificări, ca standarde naţionale.

Crearea, în noiembrie a.c., a Organizaţiei Europene pentru Testare şi Certificare este, pe de o parte, consecinţa rolului crescînd ce revine certificării şi recunoaşterii reciproce a acesteia şi, pe de altă parte, generatoare de noi organisme naţionale similare, dedicate explicit certificării de conformitate a produselor, a sistemelor de calitate şi a experţilor în domeniu.

Un aspect fundamental de remarcat, cu privire la distribuirea rolurilor în această evoluţie este faptul că „statul îşi asumă sarcina de a proteja sănătatea/viaţa consumatorilor şi mediul înconjurător, precum şi sănătatea sistemului economic". În acest sens pe piaţă sînt admise numai produsele pentru care s-a făcut dovada că îndeplinesc cerinţele esenţiale impuse prin directivele europene : această dovadă se face prin „certificatele de conformitate" eliberate de organismele independente, neutre (terţă parte), garantate (acreditate) de stat. Totodată, prin organisme specializate, statul supraveghează calitatea produselor şi serviciilor la producător şi pe piaţă, reprimă abaterile de la raportul firesc performanţe/preţ, fraudele şi celelalte practici anticoncurenţiale şi sprijină mişcarea consumatoristă.

În Franţa, de exemplu, funcţionează aproape 30 de organisme certificatoare independente, acreditate, ca şi o Direcţie Generală a concurenţei, consumului şi represiunii fraudelor (organism al Guvernului).

În SUA, ca şi în Franţa, comisia pentru protecţia consumatorului este numită de Preşedinte şi prezintă rapoarte anuale Guvernului. În Japonia, un rol cheie în orientarea calităţii revine Ministerului comerţului internaţional şi industriei, iar calitatea mărfurilor

importate și de export este verificată de zeci de organisme acreditate de stat.

Este evident că, în tentativa de a înlătura barierele tehnice din calea comerțului statelor membre, CEE așază noi obstacole în calea produselor și serviciilor provenind din statele nemembre. Cu cît acestea din urmă, inclusiv România, vor întîrzia să își armonizeze structurile, politicile și reglementările în domeniul calității cu cele practicate de statele bogate, cu atît competitivitatea lor pe piața internațională va avea de suferit.

De aceea, armonizarea a devenit o axiomă a timpului prezent și trebuie valorificată oricărei ocazii de pătrundere în circuitul organismelor care elaborează regulile competiției mondiale. O astfel de ocazie s-a oferit recent țărilor din centrul și estul Europei prin instituirea statutului de observator pe lîngă Comisia Europeană de Standardizare — CEN — pentru organismele naționale de profil, inclusiv pentru Institutul Român de Standardizare (din cadrul C.N.S.M.C.). Acest statut este foarte important ținînd seama de rolul CEN în elaborarea liniilor directoare ale politicii privind organizarea sistemelor de calitate, certificarea și acreditarea directivelor europene, în dezvoltarea procedurilor pentru recunoașterea reciprocă a rezultatelor încercărilor și a certificării sistemelor, la crearea Organizației Europene pentru Testare și Certificare.

C.N.S.M.C. a acționat pentru reluarea relațiilor cu organismele internaționale de profil ca: Organizația de Standardizare, Comisia Electrotehnică Internațională, Organizația Internațională de Metrologie Legală, Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți, Organizația Europeană pentru Asigurarea Calității, cu Conferința Internațională a Laboratoarelor Acreditate și a stabilit contacte cu organisme de profil ale CEE și cu numeroase organisme naționale de profil, fiind încheiate protocoale de cooperare cu organisme din Franța, Italia, Austria etc.

Impactul unor înțelegeri de recunoaștere reciprocă a certificatelor de conformitate, ce vor fi încheiate de C.N.S.M.C. cu organismele corespondente din alte țări (în primul rînd cu cele membre ale CEE) va contribui la ieftinirea exporturilor românești prin eliminarea dublei certificări și a retestărilor la importatori, precum și creșterea competitivității și credibilității agenților economici români pe piața internațională,

ZIUA MONDIALĂ A CALITĂȚII, celebrată anul acesta pentru prima dată și în România, ne determină să ne propunem ca ZIUA CALITĂȚII SĂ DUREZE ÎNTREG ANUL, IAR CALITATEA OPTIMĂ SĂ GARANTEZE MUNCA NOASTRĂ COTIDIANĂ, TOATE PRODUSELE ȘI SERVICIILE REALIZATE ÎN ROMANIA.

# Calitatea serviciilor

Ing. *ANTONESCU VERONEL*
Director General
al
Oficiului de Stat pentru Calitate

Războiul pe *frontul serviciilor* este cu atît mai important cu cît serviciile reprezintă un segment de mare dimensiune al activității economice; astfel, în 1989 serviciile ocupau din produsul național brut, 70 % — SUA, 65 % — Franța, 56 % — RFG, 57 % — Japonia, 59 % — țările CEE. În URSS serviciile reprezentau 46 % din 1986, (cifră comparabilă cu situația din țările Europei în 1960).

Soldul pozitiv al schimburilor comerciale în SUA, în domeniul serviciilor, a atins cifra de 41 miliarde de dolari în 1981 (conform celor spuse de Quinn, J. Brian și Cagnon în revista Harvard Expansion din 1987 pag. 104) fără însă a se uita că sectorul de servicii utilizează în SUA cca. 75 % din populația activă.

Principalul mijloc de conservare (păstrare sau întreținere) al segmentelor dep iață constă, în ceea ce experții de la banca de date PIMS (Pimsleetor nr. 31 pag. 5—Formulating a Quality Improvement Strategy) numesc „Percepția calității relative a unui produs sau unui serviciu". Prin „relativă" ei se referă la concurență și prin „percepție" ei înțeleg aceea a clientului și nu a întreprinderii. Ei mai menționează că toate întreprinderile sînt catalo-

gate în funcție de percepția pe care o are clientul asupra calității relative a produselor.

În următorii 10 ani vom asista probabil la o dezvoltare globală a serviciilor care, cu ajutorul telecomunicațiilor și informaticii, vor deveni o industrie super-dezvoltată. Concurența va fi atunci nu locală, nu națională, ci internațională și chiar planetară deoarece certificatul de „serviciu excelent" este deja lansat în lume. Astăzi, în materie de servicii, productivitatea se exprimă în termeni de satisfacție a clientului și se măsoară prin creșterea vînzătorilor.

**Calitatea** serviciului este nivelul de „excelent" pe care întreprinderea și l-a propus ca obiectiv de atins pentru a satisface clientul cel mai exigent și în același timp este măsura în care serviciul practic răspunde obiectivului propus.

Un serviciu atinge nivelul său de „excelent" cînd răspunde solicitantului și fiecare nivel de „excelent" trebuie să răspundă la o anumită valoare pe care clientul este gata să o plătească funcție de dorințele, necesitățile și posibilitățile sale.

Calitatea este o percepție pe care clientul o are față de „Excelent" și „calitatea serviciilor" este răspunsul la această percepție. În 1987 în „QUALITY — AMERICAN'S GUIDE TO EXCELLENCE" se afirmă că „trebuie acordată calității dimensiunea sa morală, trebuie considerată ca o virtute, ca un obiectiv ce trebuie atins în sinea sa și nu numai ca o strategie profitabilă".

Pentru a menține nivelul excelent este esențial a ști că cumpărătorul unui parfum cumpără speranță, turistul în vacanță cumpără absența de griji, iar prin biletul la teatru, spectatorul compără un divertisment etc.

**Calitatea serviciilor** este morală și estetică; depinde de percepția altora și numai uneori este subiectivă. Ea implică necesitatea de a furniza oamenilor produse și servicii care merg în întîmpinarea speranțelor acestora, reprezentînd acel mic „detaliu" care aduce zîmbetul clientului.

Noțiunea de calitate a serviciului este funcție de gradul de cultură și educație. Astfel: a nu se confunda calitatea cu luxul — un hotel de 4 sau 3 stele nu este sinonim cu calitatea (să vă reamintim unele hoteluri pe litoral sau chiar hotelurile Ambasador sau Negoiu din București?).

Toate semnele verbale și neverbale care însoțesc serviciul joacă un rol major: a privi cu francheță clientul în față, a-i facilita trecerea, a surîde pentru a exprima plăcerea de a-l vedea, a i te adresa cu numele său, sînt atuuri în cîștigarea calității serviciului.

Diferite componente ale calității serviciului nu au peste tot aceeași importanță.

• *punctualitatea* — o întîrziere de 15 minute în Franța nu este așa de gravă ca în RFG. Ce să mai spun în România?

• *atenția acordată clientului* — în Elveția se pune la dispoziție un calculator și un pix cînd un client dorește să schimbe bani la bancă (nu ca la noi unde tocul este legat cu sfoară sau cu lanț).

• *conceptia de onestitate* — un contract onest nu are aceeași sens în SUA ca în Franța, Italia sau în România.

Serviciul — conform dicționarului francez Petit Robert — are următoarea definiție: „activitățile care reprezintă o valoare economică fără a corespunde unei producții de bunuri materiale".

**Serviciul** este ansamblul de prestații pe care clientul le așteaptă, în funcție de preț, imagine și de reputație. Serviciul este ceva mai mult decît amabilitate sau gentilețe, dar în nici un caz nu înseamnă servilism. La preț egal, clientul alege cea mai rapidă calitate a serviciului. La calitate egală, clientul preferă serviciul cel mai puțin costisitor.

Este important de reținut că „serviciul este fabricat" în prezența clientului care este implicat în procesul de realizare al acestuia, și nu se poate stoca. Contrar produselor industriale sau bunurilor de consum, serviciul este intangibil și imaterial: ce realitate fizică reprezintă în momentul cumpărării un bilet de avion, rezervarea unei camere de hotel sau o operațiune la CEC?

Intreprinderea trebuie să caute să obțină sincronizarea furniturii (de exemplu o cameră la hotel) cu cererea de servicii și știind că serviciul nu poate fi stocat, ea trebuie să rezolve ecuația dintre capacitatea și imposibilitatea de stocare a serviciului.

Cînd un client dorește a consuma un serviciu, el efectuează, față de prețul pe care este gata să-l plătească, un arbitraj între serviciu sau satisfacția pe care o așteaptă față de actul de consum și condițiile care îi sînt impuse, ca de exemplu a aștepta pentru a fi servit sau a obține o rezervare cu anticipație.

Între client și întreprinderea de servicii există o interacțiune care a făcut obiectul studiilor unor specialiști (Pierre Eiglier, Eric Langeard) în cadrul analizei sistemelor, interacțiune ce a fost denumită „servucție". Prin servucție se înțelege organizarea sistematică și coerentă a tuturor elementelor fizice și umane în interfața client-întreprindere, necesară realizării unei prestații de servicii a căror caracteristici și nivelele calitate au fost bine precizate (Baudryce — Manager les services: la qualité comme principe unificateur Economica 1986).

Ce cumpără un client într-o prestație hotelieră? Dreptul de uzură a unei investiții (camera de hotel), serviciul obiectiv legat de această

uzură (curăţenie, întreţinere, mic dejun etc), nivel de atenţie cu care este înconjurat de către personalul din hotel; în această etapă intervine noţiunea complementară de „atribut al serviciului".

Astfel *un serviciu este constituit dintr-un ansamblu de caracteristici elementare* denumite „atribute", care constituie un sistem omogen şi coerent prin poziţionare, în sensul termenilor de marketing, al serviciului global („Le Yield Management" — Sylvain Daudel şi Georges Vialee).

Multe unităţi nu acordă importanţa necesară motivării clientului care determină de fapt calitatea serviciului, ceea ce conduce la o politică a calităţii serviciului neadaptată şi improprie. Astfel, sînt firme care promit timp de răspuns, în caz de defecţiune, cînd de fapt grija clientului este de a şti dacă produsul defect va fi înlocuit sau imediat disponibilizat. Astfel, ce părere aveţi de autoturismul Lăstun, de penuria pieselor de schimb pentru Dacia, de lipsa de apă caldă în hotel sau de repararea televizorului sau de înlocuirea lui?

Clienţii au tendinţa de a tăcea (în România au fost obligaţi să tacă) asupra insatisfacţiei lor în materie de calitatea serviciilor.

De ce? Serviciile implică o persoană şi a incrimina o persoană îi provoci dificultăţi. Este mai facil a reclama defectarea unei cutii de viteze faţă de proasta servire a unui chelner sau a unei funcţionare puţin surîzătoare.

Experienţa arată că din 100 clienţi nemulţumiţi numai 4 îşi exprimă în scris nemulţumirea. Iar dacă un client este nemulţumit, va povesti nemulţumirea sa la minimum 11 persoane. Dacă este mulţumit o va explica numai la 3 persoane. **Numai 1% de nemulţumiri va duce la 12% clientelă pierdută.** Intreprinderile trebuie să-şi analizeze singure gradul de satisfacţie a clienţilor lor.

Clientul nu vede întotdeauna strîngerea incorectă a unui bulon, dar aude zilnic un zgomot în torpedoul autoturismului, vede imediat lipsa zîmbetului, proasta dispoziţie şi lipsa de curtoazie şi gentileţe a unei casiere sau a unei funcţionare de la ghişeu.

Cum clientul are tendinţa de a se apleca asupra a ceea ce este mai puţin satisfăcător dintr-un ansamblu de servicii, el este în mod particular motivat de a obţine o rată înaltă de satisfacţie în probleme de servicii.

Dacă un serviciu conţine 100 criterii de calitate (dacă întreprinderea le are formulate), o eroare de 1% asupra fiecăruia dintre ele face ca gradul de nesatisfacţie să fie de 61%. Atenţie, directori!

Patronul reţelei hoteliere Marriott numeşte o acţiune „50 milioane de momente de adevăr" pentru a arăta că, în toate zilele, în lume, clientul are 50 milioane de contacte cu reţeaua hotelieră, adică atîtea momente care pun în evidenţă reputaţia calităţii serviciilor întreprinderii. În fiecare din aceste momente, clientul va ieşi fericit sau nemulţumit. Dacă va fi mulţumit o va spune la trei prieteni, dacă va fi nemulţumit o va spune la unsprezece.

După o activitate de 35 de ani, directorul Clubului Méditeranée a afirmat că problema esenţială a clubului a fost întotdeauna calitatea serviciilor pe care o consideră o condiţie sine qua non a existenţei acestuia.

Clientul trebuie să constituie punctul de plecare a unei *strategii a serviciilor*. Obiectul unei bune strategii a serviciilor trebuie să păstreze clienţii existenţi şi să cîştige clienţii potenţiali.

Contrar opiniei unui mare număr de directori, nu trebuie ca clientul să se adapteze la stilul întreprinderii, ci aceasta să se adapteze la client.

Atenţie, rar preţul constituie un avantaj durabil faţă de concurenţă.

Formularea promisiunii trebuie făcută de direcţia generală a întreprinderii şi aceasta trebuie să acţioneze pentru a fi realizată.

Cîteva exemple semnificative de promisiuni:

- **Compania aeriană SWISSAIR** — Elveţia „securitate şi a adapta dimensiunile la necesităţile clienţilor";
- **Club Méditeranée — Franţa"** — Atenţie, generozitate, imaginaţie" — „Ajunge să-ţi faci concediul fără griji şi fără riscuri".
- **Restaurantul Bermuda Orion** — Nassau: „Aceasta nu este un loc de trecere, ci un loc de întîlnire; „Nu luaţi dineul, ci petreceţi o seară"; „Nu intraţi, ci sînteţi întîmpinaţi".
- **Directorul hotelului Westminster din Nisa:** „A primi, este a recunoaşte pe cineva şi a-i oferi ospitalitate. Clientul a călătorit, el este venit de departe. Trebuie să-l calmăm, să-i oferim liniştea, ospitalitatea şi să-i demonstrăm că a ajuns într-un pat bun şi sigur".

Vom prezenta promisiunile făcute de unităţile de servicii hoteliere, transport, agenţii de voiaj sau de reparaţii auto din România cînd acestea ne vor prezenta şi publica promisiunile făcute şi îndeplinite faţă de clienţi.

O anchetă făcută de cunoscuta Agenţie Gallup în 1985, cerută de Societatea Americană pentru Controlul Calităţii (ASQC), a relevat faptul că „americanii sînt gata de a plăti preţul pentru a obţine calitatea pe care o doresc". Astfel, ei sînt gata de a plăti un preţ mai mare, pentru a avea calitate (13581 $ faţă de 10000 $ pentru un autoturism de o calitate mai bună; 464 $ faţă de 300 $ la o maşină de spălat vasele; 497 $ faţă de 300 $ la un televizor; 868 $ faţă de 400 $ la o canapea). În medie ei acordă un preţ dublu pentru o excelentă pereche de pantofi (47 $) faţă de pantofi de calitate medie (20 $). Cei care nu vor să cheltuiască mai mult pentru calitate reprezintă, din eşantionul analizat, 10% din

cumpărătorii de automobile, 4% la cumpărătorii de mașini de spălat vase, 3% la pantofi, 6% la televizoare și 4% la canapele.

Este important de relevat și remunerarea cadrelor pentru acțiuni de creștere a calității produselor sau serviciilor, urmare implicării lor în aceste acțiuni. Astfel, la uzinele Ford, calitatea intervine, în principal, în planul de remunerare a cadrelor superioare. Astfel, în 1986, directorii au încasat prime din cuantumul cărora 40 — 60% erau legate de contribuția adusă pentru calitate și numai 20% din contribuția adusă la creșterea beneficiilor.

Tot Ford publică periodic în ziarele Wall Street Journal și USA Today, informații privind furnizorii care au avut rezultate bune în materie de calitate a subfurniturilor, dar și anunțuri privind calitatea serviciilor în hotelurile în care salariații uzinelor sale și-au petrecut concendiile.

Într-un studiu, făcut în 1988 de Technical Assistance Research Programs — SUA, rezultă că din 27 clienți, victime urmare unei experiențe dureroase în domeniul calității serviciilor, 26 nu vor veni să se plîngă. Ei nu se așteaptă să obțină satisfacție. Dăm însă cifrele cele mai cutremurătoare: 91% din cei care se plîng nu vor mai reveni niciodată. Dar un nemulțumit va informa 9 — 10 colegi și prieteni și 13% din nemulțumiți vor șopti fiecare despre experiența lor dezagreabilă la 20 de persoane.

Studiul mai arată că, funcție de sectorul de activitate 92 — 95% din clienți vor reveni dacă întreprinderea le rezolvă problema operativ, eficace, și la obiect.

Rezultă un fapt esențial: trebuie investit de 5 ori mai mult pentru a atrage un nou client față de a păstra unul.

În activitatea continuă de asigurare a calității serviciului, conjugată cu păstrarea clienților și cîștigarea de noi clienți, este de relevat acțiunea prin care Valcom — distribuitor de calculatoare din SUA a lansat în 1988 un program CARE (Customers Are Ready Everything) în care se evidențiază un factor psihologic. „Un mic detaliu face toată diferența" (față de concurență).

Cu francheța caracteristică P. Bressler — șeful rețelei de magazine alimentare din New York — Domino 's Pizza își explică succesele prin importanța pe care o acordă convorbirilor telefonice pe care le are săptămînal cu 100 clienți, care primează asupra conținutului încasărilor la închiderea magazinului și care spunea: „Nici-un client nu a venit să cumpere o pizza numai pentru că noi facem afaceri bune".

În cadrul exploziei de concurențe, cea mai bună tactică este de a instaura un climat de încredere dat de o promisiune care are șanse de a fi onorată. Clienții aduc imputații celor care nu-și țin promisiunile. În camera de hotel am găsit un carton — notă prin care se anunță că micul dejun va fi servit de la orele 6,30. Cînd am telefonat recepționerului la 6,45, vocea metalică mi-a răspuns că micul dejun va fi servit: de la orele 7,00. Atunci m-am întrebat de ce am fost privat de somn cu 30' și în mine s-a născut un profund sentiment de frustrare privind promisiunea inițială. A fost o amară experiență consumată la hotel Moldova — Iași și hotel Mangalia la Mangalia și unele hoteluri din Franța (Splendid și André). dar respectată la hotel Bellvedere Cluj, la restaurantul Scoica din stațiunea Jupiter și la unele restaurante și hoteluri din RFG și Olanda.

Dar am văzut și o promisiune respectată. Se știe că majoritatea companiilor aeriene (poate nu SAS sau THAI) au o reputație îndoielnică privind respectarea orarelor de zbor. Aeroportul la Guardia din New York a fost inundat de o ploaie torențială ce a forțat avioanele să rămînă la sol. După ce a stat ploaia, ne-am urcat în avionul spre Dallas, ne așteptam la o întîrziere însă comandantul avionului ne-a comunicat: „Sîntem al 20-lea avion și vom decola probabil peste 40 de minute". Au fost cîteva mîrîituri, dar așteptarea a început. După 30 de minute am decolat și am crezut că am primit un cadou.

Dacă însă comandantul avionului ne transmitea mesajul „Sînt avioane care trebuie să plece înaintea acestuia. Vom decola în 15 minute", atunci minutele de așteptare făceau să se adauge la seria de promisiuni exagerate și nerespectate. Este adevărat?

După Jaques Horovitz (în cartea sa „A la conquett e du client") *principiile esențiale pe care se bazează calitatea serviciilor* pot fi sintetizate ca mai jos:

— numai clientul este judecătorul calității serviciului;

— numai clientul determină nivelul de „excelent" al serviciului, nivel pe care îl vrea întotdeauna;

— o „promisiune" trebuie clar formulată de o întreprindere, astfel încît să-i permită a satisface dorințele clientului, cîștigînd bani și diferențiindu-se de concurență;

— nimic nu împiedică a transforma promisiunea în norme clare de calitate;

— întreprinderea trebuie „să administreze așteptările clientului, reducînd pe cît posibil distanța între performanța serviciului și dorințele acestuia;

— în materie de servicii nu există cale de mijloc; trebuie atinsă perfecțiunea, adică zero — defecte; este necesară o disciplină de fier și trebuie aplicat un efort constant pentru eliminarea defectelor sau greșelilor;

— clienții trebuie să rămînă barometrul evaluării produselor noastre și a celor ce aparțin concurenței.

Sensul propriu al activității de servicii se poate cîștiga și prin formarea și comportamen-

tul personalului, prin programe de asigurarea calităţii serviciilor care trebuie să conţină analiza cuvintelor lui Confucius :

— reţinem 10% din ceea ce citim
— reţinem 20% din ceea ce auzim
— reţinem 30% din ceea ce vedem
— reţinem 50% din ceea ce auzim şi vedem
— reţinem 70% din ceea ce am zis şi făcut
— reţinem 90% din ceea ce am explicat făcînd.

Faţa consumatorilor se schimbă mereu şi nu trebuie să se spere la o stabilitate, căci gusturile se schimbă. Datorită japonezilor şi germanilor între alţii, consumatorul este din ce în ce mai sensibil la calitate şi a ajuns chiar să o pretindă sau chiar să o impună cu multă exigenţă.

Pentru a tinde asimptotic la „excelent", trebuie să acţionăm pentru „calitate" şi „servicii" de nivel internaţional, a avea o capacitate mărită de răspuns întărită de o flexibilitate tot mai mare, de inovaţie permanentă, cu ciclu scurt şi a aplica ceea ce Ford a introdus în uzinele sale „calitatea a devenit o preocupare majoră" căci în prezent fabricaţia şi tehnologiile au devansat funcţia financiară.

# Calitatea: de la filozofie la ... filozofie

*TRAIAN TEODORU**

**REZUMAT**

Un concept deja intrat în conştiinţa publică, sinergia, constituie poate, una din tendinţele cele mai semnificative ale timpului nostru. Recursul la filozofie nu poate fi decît un pas logic înainte către ... (un nou) început. Calitatea se redescoperă concept în primul sistem filozofic. Omul îşi recucereşte dreptul la personalitate.

**Résumé**

Un concept déjà entré dans la conscience publique, la synergie, constitue peut être, une des tendences les plus significantes de notre temps. Le recours à la philosophie ne peut pas être qu'un pas logique en avant vers ... (un nouveau) commencement. La qualité se découvre comme concept dans le premier système philosophique. L'homme reconquiert le droit d'avoir une personnalité.

**Abstract**

A concept already entered into the public conscience, synergy, constitutes perhaps one of the most significant tendencies of our time. Resorting to philosophy cannot be but a logical step towards ... (a new) beginning. Quality re-discovers itself as a concept in the first philosophical system. Man re-conquers his right to personality.

Tot mai răspîndită, limba engleză devine şi tot mai puţin ... engleză, învăţată după ureche, la mîna a doua, ... a noua, nu pentru a-l înţelege pe Shakespeare în original, ci pentru a se face înţeles, cît de cît. Este şi soarta contemporană a calităţii şi a economiei de piaţă. Ceea ce diminuează „vina" de a confunda, în ceea ce le priveşte, cauza cu efectul. Prosperitatea este nu efectul ci cauza economiei de piaţă, care a fost inventată pentru a gestiona supraabundenţa. Calitatea este nu efectul, ci un alt cuvînt pentru satisfacţie.

Calitatea şi economia de piaţă au crescut şi s-au diversificat timp de două milenii, fără încetare.

În ceea ce ne priveşte, am lipsit patru decenii şi jumătate din această continuitate şi, iată, nu le putem înţelege nici pe una nici pe cealaltă, deşi altădată le-am practicat cu folos.

Două milenii de profesionalism, care au aşezat un zid între „ritmul muncii" şi „ritmul sufletului", care ne-au îndepărtat de vocaţia primordială şi ne-au dat îndoiala în locul mirării. Nu mai avem tihna de a filosofa.

> „Sînt cîteva întrebări fundamentale care trimit mai adînc, la rădăcinile cugetului, la mirarea acestuia de a fi în lume, cu lumea şi de a fi el însuşi o lume ( . . ) Acea mirare originară a exprimat-o Aristotel, în tabloul lui categorial şi noi n-am sărit din el nici cu rostirile, nici cu uitările şi nici măcar cu ştiinţele astea uluitoare ale lumii noastre". *Noica:*

Calitatea este una din categoriile logicii, cele „zece forme supt carile Aristotel toate fiinţele lucrurilor cuprinde" şi pentru care Dimitrie Cantemir găsea nume româneşti :

---

* Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate

ceinţă pentru ce este (esenţa), cîtinţă pentru cît este (cantitatea), feldeinţă pentru ce fel de (calitatea).

CALITATEA ESTE O LATURĂ A PERSONALITĂŢII, A SUPRAVIEŢUIT SECOLELOR INDUSTRIALIZANTE ŞI NE VA AJUTA SĂ TRECEM MAI DEPARTE. CALITATEA NU ARE ALTERNATIVĂ, NU ESTE OPŢIONALĂ SAU FACULTATIVĂ. NU UN DIRECTOR LUMINAT O IMPUNE, CI SUFLETUL FIECĂRUIA DINTRE NOI.

„Spunem, de pildă, fel de-a fi şi ne este de ajuns. Dar, uităm că spunînd astfel am rupt pe fel de-fi a din tabla categoriilor, unde acesta, sub chipul feldeinţei, era solidar cu surorile întru categorisire, cu celelalte nouă categorii". *Noica.*

Abordarea izolată a calităţii şi chiar contradicţiile între categoriile sistemului filozofic, cea dintre calitate şi cantitate, de exemplu, sînt contribuţii ale secolelor de maşinism şi raţionalism simplificator care au deformat, iată, şi înţelesurile fundamentale.

CALITATEA NU POATE FI SEPARATĂ SAU OPUSĂ CANTITĂŢII SAU CELORLALTE CATEGORII ALE LOGICII. „MULT ŞI BINE" SE AFLĂ ÎN FIREA NOASTRĂ. NU SE PUNE PROBLEMA DE A FACE MAI PUŢIN PENTRU A FACE MAI BINE. EXISTA UN OPTIM, UN ECHILIBRU MINUNAT—BUNUL SIMŢ, MĂSURA.

Acest echilibru nu se mai află în puterea noastră, fiinţe dezechilibrate, unilaterale, tensionate, în conflict cu lumea şi cu noi înşine.

Terminologic vorbind, calitatea a fost inventată de *Cicero* şi desemna ceea ce diferenţiază, ceea ce face să fie el însuşi. În secolul XI, în limba franceză exista deja termenul qualité. Productivismul industrial a intervenit şi aici înlocuind personalitatea, stilul, individualitatea, originalitatea unicatului cu normalitatea şi interschimbabilitatea produsului de serie. O bunăstare comodă, venind dinafară, amăgitoare, ne-a făcut să acceptăm schimbul.

„În ansamblul ei această societate este iraţională. Productivitatea ei distruge dezvoltarea liberă a nevoilor şi facultăţilor umane ( ... )" „Originalitatea societăţii noastre constă din folosirea mai degrabă a tehnologiei decît a terorii pentru supunerea forţelor sociale centrifuge pe două căi : o eficienţă copleşitoare şi o îmbunătăţire crescîndă a nivelului de trai." *H. Marcuse*-Omul unidimensional

NU VOM ÎNŢELEGE CALITATEA CÎTĂ VREME NU VOM FI COMPLEŢI.

Dovada atingerii acestei stări? Surîsul arhaic — „un simptom irecuzabil al naturalului şi umanului", al unui om care „nu se mai simte terorizat", al „unei anumite stări de destindere a omului şi de eliberare a sa de sub constrîngerile supramundane". *Blaga.*

Constrîns de reglementări şi cerinţe, care merg pînă la nivelul mişcării elementare, omul nu mai are voie să greşească ; criteriul de apreciere nu este originalitatea sau invenţia, ci conformarea, obedienţa.

„Poate exista o educaţie a calităţii? De mai bine de o sută de ani învăţămîntul nostru public este o seră în care sînt cultivaţi, cu dragoste şi rigoare, lucrul comun şi lipsa de personalitate". *H. de Montherlant.*

Într-o lume care-l obligă, uneori şi violent, să-şi „iasă din ale lui", singurul loc unde omul se mai poate refugia de prea multele păcate noi este el însuşi. Sau Dumnezeu, ceea ce este totuna.

NOUA RELIGIE SE NUMEŞTE (ŞI) CALITATE.

Sub numele ei se predă iubirea pentru aproapele-consumator, se negociază o soartă bună „acolo, sus", pe piaţă — în fond toţi sîntem cumpărători, în schimbul conformităţii cu reglementările, aici, pe pămîntul halelor industriale — în fond, toţi sîntem producători. Manualul şi procedurile de asigurarea calităţii sînt cărţile „sfinte" care arată calea dreaptă către optim, iar printre profeţi se află şi unul născut în România — *J.M. Juran.*

„Securitate şi siguranţă pentru credincioşii care urmează calea corectă", promitea Mahomet tribului copţilor în schimbul acceptării Islamului ; securitate şi siguranţă promit şi asociaţiile de consumatori în schimbul cotizaţiei de membru ; siguranţa fusese aşezată de „Declaraţia drepturilor omului", între drepturile naturale şi inalienabile ale omului ; protecţia drepturile omului a fost instituită ca primă responsabilitate a guvernelor prin „Carta de la Paris pentru o nouă Europă", în 1990.

Omul unilateral, unidimensional, standardizat, rod şi rob al maşinismului în goană după cîştig, a inventat, pentru uzul său, un concept-calitate, cum altfel decît unilateral, cu alt înţeles decît al „prototipului". În fiecare generaţie s-au găsit oameni să cîştige bani buni şi renume pe seama despicării în patru a firului calităţii. Fiecare nouă definiţie, descriind extinderea procedeelor calităţii asupra încă unei funcţiuni a întreprinderii = un deceniu de celebritate, două-trei cărţi de referinţă, cîteva firme de consultanţă, un institut al calităţii. Astăzi, însă „afacerea" a ajuns la capăt : nu mai există zone albe pe harta organizaţională, calitatea a pătruns în toate cotloanele întreprinderii, controlul este total şi lumea pare împăcată cu ineficienţa lozincilor despre „costurile non-calităţii".

În consecinţă, trebuiesc deschise fronturi noi, cît să ajungă pentru o generaţie-două. Fenomenul s-a produs deja : calitatea a trecut de la „ceea ce este util" la „ceea ce nu dăunează" semenilor, care este chiar definiţia libertăţii. A cui să fie isprava acestui pas? *Crosby*, prins

cu instruiri pe bază de videocasete, *Juran* pregăteşte la Wilton, Connecticut, istoria mondială a calităţii, *Feigenbaum*, ocupat cu consultanţa, *Ishikawa*, decedat în 1988, ... Cine?

CALITATEA ESTE ASTĂZI O OPERĂ COLECTIVĂ SEMNATĂ ISO, CEI, CEN, CENELEC, EOTC, ETSI, ...

Pasul care se pregăteşte readuce calitatea între componentele unui sistem filosofic. Omul îşi revizuieşte rolul şi locul în natură, clădind o nouă alianţă; se reface echilibrul între omul-fiinţă socială şi omul-fiinţă cosmică.

PERSONALITATEA REINTRĂ ÎNTRE DREPTARILE OMULUI.

În concluzie, vedem un drum în trei paşi al definiţiei conceptului calitate, de la filozofie, la ... filozofie:

*a.* şi *d.* satisfacţia individului generată de împlinirea personalităţii;

*b.* satisfacerea unei nevoi de consum medii, prin adaptarea individului la medie (determinată statistic sau nu);

*c.* satisfacerea productivismului prin adaptarea omului la maşină.

Cele patru momente coexistă şi compun împreună o unitate. Problema, pentru cei care gestionează satisfacerea şi satisfacţia semenilor prin calitate, este ponderea optimă a fiecăreia dintre componente.

Departe de a fi abordat în integralitate, ca parte esenţială a unei realităţi complexe, calitatea produselor şi serviciilor este, pentru noi, numai o sumă de performanţe disparate, ceea ce a început să nu mai reprezinte nimic pentru clientul sfîrşitului de secol. Nu multă lume mai pomeneşte astăzi de calitatea industrială şi de controlul calităţii, practicate cu atîta sîrguinţă şi imprecizie de noi; Organizaţia Europeană pentru Controlul Calităţii a devenit Organizaţia Europeană pentru Calitate, Societatea Americană pentru Controlul Calităţii a devenit Societatea Americană pentru Calitate ... Un simptom.

# Consideraţii privind certificarea şi omologarea produselor sau serviciilor

*TRAIAN NIST OR**

**REZUMAT**

Materialul expune principalele idei desprinse din proiectul legii privind asigurarea calităţii produselor şi serviciilor şi protecţia consumatorilor, în legătură cu sistemul naţional de certificare şi omologare. În funcţie de reglementările internaţionale, pe lîngă definirea noţiunilor specifice se prezintă un „sistem naţional de certificare — omologare", precum şi competenţele de certificare — omologare a produselor şi serviciilor.

**Résumé**

Le matérial expos des idées principales détachées du projet de la loi concernant l'assurance de la qualité et des services ainsi que la protection des consommateurs en liaison avec le systeme national de certification et homologation. En fonction des réglementations internationales, près de la définition des notions spécifiques on présente un „systeme national de certification-homologation ainsi que des compétences de certification-homologation des produits et des services.

**Abstract**

The material exposes the main ideas extracted from the project of the law concerning the product and services quality assurance as well as consumers protection, connected to the national certification and homologation system. Depending upon the international regulations, beside defining the specific notions a „national certification-homologation system" as well as the product and services certification--homologation competences are presented.

Prin certificarea de conformitate numită în continuare certificare se înţelege totalitatea activităţilor prin care un *organism neutru, competent, independent de furnizor şi beneficiar* atestă că un produs, proces, sistem de asigurare a calităţii sau serviciu este conform cu standardul sau alt act normativ specificat.

Prin omologare se înţelege totalitatea activitàţilor prin care un *organism competent* atestă că un produs, proces sau serviciu este conform cu standardul sau alt act normativ specificat.

* Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate

Rezultă din cele de mai sus că atît certificarea cît și omologarea urmăresc același scop — atestarea conformității cu actul normativ-standard, normă tehnică-specificat, dar că această atestare o face în cazul certificării un organism neutru, independent de furnizor și de beneficiar pe cînd în cazul omologării nu se impune această condiție. Este evident că în ambele cazuri este impusă competența atît cea juridică cît și cea tehnico-organizatorică. Din reglementările internaționale rezultă și alte condiții care condiționează certificarea și anume:

— realizarea produselor în regim de asigurare a calității;

— efectuarea încercărilor într-un laborator acreditat (neutru, care are implementat un sistem de asigurare a calității încercărilor);

— supravegherea calității produselor certificate de către organismul de certificare.

Din cele două definiții rezultă că certificarea, respectiv omologarea, se face față de standardul sau alt act normativ specificat.

Avînd în vedere că unele standarde sînt obligatorii (cele referitoare la protejarea vieții, sănătății sau mediului înconjurător) rezultă că nu pot fi certificate sau omologate produsele sau serviciile care nu îndeplinesc condițiile impuse de aceste standarde. Este însă evident că în acest caz se va specifica faptul că certificarea se referă la condițiile de *protecție* (o vom numi certificare de conformitate sau omologare de tip *P*). Certificarea sau omologarea de tip *P* este obligatorie și condiționează punerea în vînzare a produselor și serviciilor. Certificarea sau omologarea celorlalte performanțe sau caracteristici ale produselor numită *PP* este benevolă.

Se observă schimbarea conținutului noțiunii de omologare față de trecut. În noul sens, omologarea trebuie înțeleasă ca o treaptă inferioară a certificării, deci neopozabilă pe piața internațională, dar recunoscută în țara noastră.

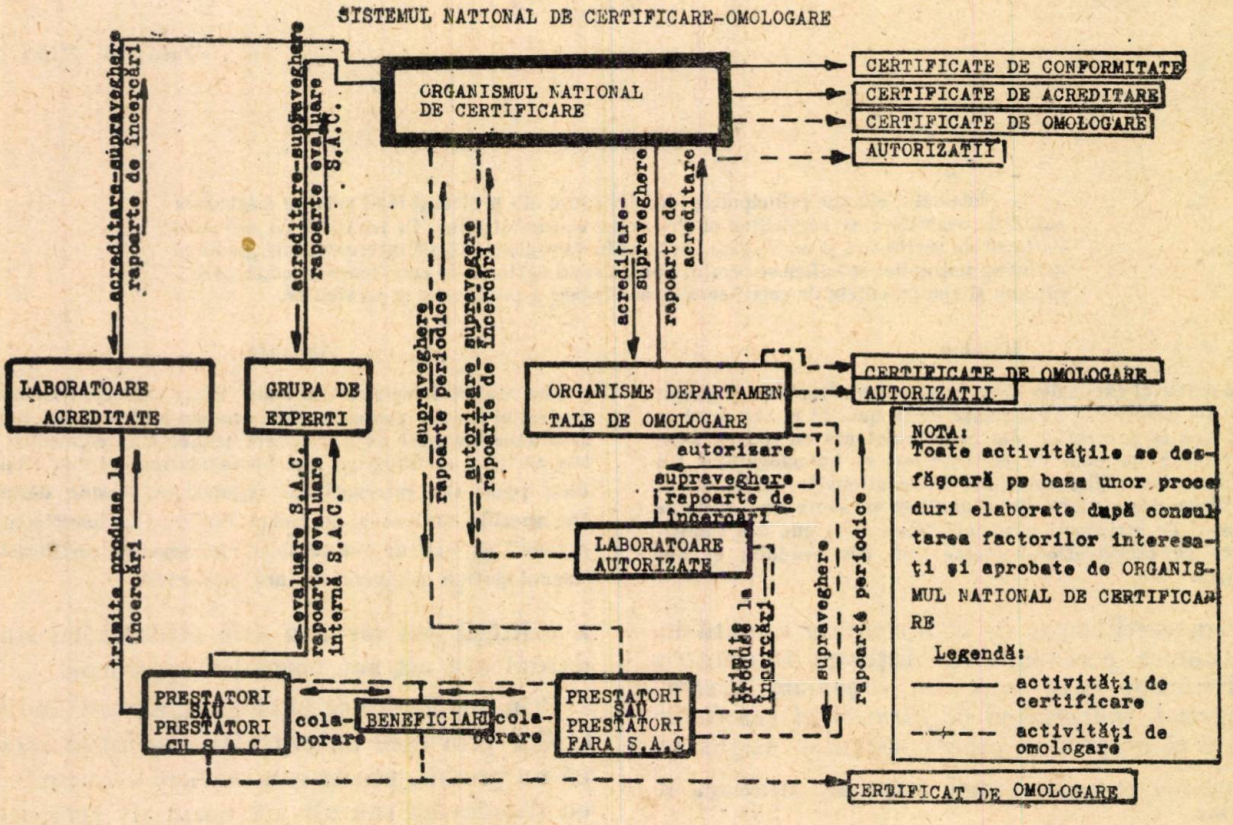
Față de cele de mai sus a fost conceput sistemul național de certificare și omologare prezentat simplificat în schema din anexa 1.

Sistemul național cuprinde organismul național de certificare, organismele de omologare, laboratoarele acreditate și autorizate, grupele de experți, producătorii, prestatorii și beneficiarii produselor și serviciilor și principalele relații dintre aceștia.

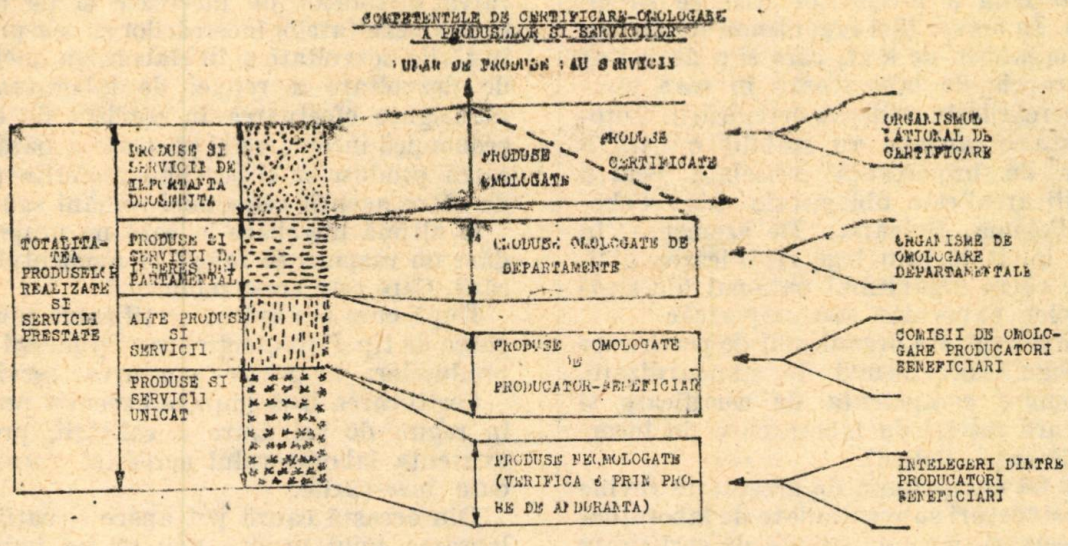
În anexa 2 se prezintă competențele de certificare și omologare în funcție de importanța produselor și serviciilor.

Menționăm că România este singura țară europeană care nu are un sistem (național) de certificare, instituirea acestuia fiind prevăzută în proiectul legii privind

*Anexa 1*



*Anexa 2*




NOTA: 1. PENTRU TOATE PRODUSELE SI SERVICIILE ESTE OBLIGATORIE INDEPLINIREA CONDITIILOR DE SECURITATE
2. RESTUL PERFORMANTELOR SE CERTIFICA SAU OMOLOGHEAZA LA NIVELUL PERFORMANTELOR DIN STANDARDUL DE PRODUS
3. LA CERERE, POT FI CERTIFICATE SI ALTE PRODUSE SI SERVICII DECIT CELE CUPRINSE IN NID

calității produselor și serviciilor pentru protecția consumatorilor.

Dar de ce este necesar un sistem de certificare și mai ales unul național?

În țările dezvoltate au fost introduse sisteme de certificare ca urmare a avantajelor economice evidente și anume cele legate de costul încercărilor și interpretarea uniformă a rezultatelor acestora.

Este evident că, în condițiile concurenței, pe piață era nevoie de o terță parte, alta decît furnizorii și beneficiarii, care să confirme performanțele declarate de către producători. Această terță parte trebuie să fie recunoscută de toți cei interesați, producători și beneficiari, respectiv să dea acestora încrederea că va certifica performanțele reale ale produselor, indiferent de la ce producător provin. Avantajul imediat ar fi că producătorul nu va suporta cheltuielile pentru încercarea produselor pentru fiecare beneficiar în parte și considerăm necesar să atragem atenția că aceste cheltuieli nu sînt mici. În acest sens credem că e bine să arătăm poziția directorului responsabil cu calitatea de la firma British Airways care a declarat textual: „Prototipul nu se vinde, prototipul se încearcă" — și era vorba de un avion. Rezultă din cele de mai sus că încercările în vederea certificării si omologării nu vor mai fi așa de simple (și puțin costisitoare) ca pînă acum.

Revenind la ideia urmărită, grupurile de producători și beneficiari (pe ramuri industriale) au recunoscut organismele pentru certificarea diverselor grupe de produse pe piețele naționale din diverse țări.

În continuare, pătrunderea pe piață a unui nou producător era condiționată de obținerea certificării de la organismele de certificare recunoscute ca mai sus, lipsa certificării devenind o barieră în dezvoltarea comerțului.

Mai mult, printr-o hotărîre a Consiliului Comunității Europene s-a stabilit că, începînd cu 1.01.1993, pe piața unică europeană nu vor fi acceptate produse necertificate.

De asemena și alte țări au promulgat legi prin care nu acceptă pe piața internă decît produse certificate de organismul național de certificare (ex. China, Ungaria)

Totodată, organismele specializate ale CEE elaborează norme cu caracter obligatoriu pentru diverse categorii de produse a căror îndeplinire condiționează admiterea pe piața unică europeană, precum și norme care stabilesc condițiile pe care trebuie să le îndeplinească organismele de certificare, laboratoarele de încercări, experții ș.a.m.d.

Recunoașterea organismelor de certificare și a certificatelor emise de acestea, impune colaborarea cu organismele similare din țările unde țara noastră are interese.

Considerăm că această colaborare se poate face mai bine și mai ieftin printr-un singur organism, mai ales că și în țările dezvoltate se observă tendința de unificare a organismelor de certificare pe baza preluării integrale a standardelor europene.

Dar care sînt diferențele dintre sistemul național de certificare din țara noastră și cele din alte țări?

Țările est-europene, cu excepția României, au aderat în urmă cu 10 ani la sistemul de

certificare CAER — SEPROSEV — stabilindu-se şi o listă a produselor care se supun certificării. În aceste ţări organismul de certificare este organism de stat, care şi-a dezvoltat reţeaua proprie de laboratoare în care efectuează încercările în vederea certificării. Totodată, aceste organisme au stabilit o listă a produselor de importanţă deosebită pentru care certificarea este obligatorie (ex : Cehoslovacia, Polonia, Bulgaria). De asemenea, în China s-a instituit prin lege certificarea obligatorie de către organismul naţional (de stat) a produselor exportate sau importate.

În ţările dezvoltate organismul de certificare este de regulă organismul de standardizare, care transmire competenţa de certificare si de acreditare reţelei de laboratoare de încercări (ex. Franţa, Belgia).

În acest fel competenţa de acreditare revine unei suprastructuri subvenţionate de laboratoarele de încercări, iar competenţa de certificare o au laboratoarele de încercări acreditate.

Un alt mod de organizare este în Spania unde organismul de certificare şi de acreditare este un organism de stat în curs de privatizare, care certifică produsele şi acreditează laboratoarele de încercări (şi ele în curs de privatizare). Totodată, în Spania se prevede omologarea obligatorie pentru anumite produse de către Ministerul Energiei şi Industriei.

Sînt şi unele ţări dezvoltate care deşi au avut diverse organisme recunoscute pe plan internaţional cu activităţi similare cu cele de certificare (ex. : SUA) de abia acum trec la organizarea unor sisteme de certificare în concordanţă cu normele internaţionale.

Ţinînd seama de condiţiile concrete din ţară noastră şi de tendinţele din ţările europene, considerăm că sistemul naţional de certificare şi omologare preconizat răspunde cerinţelor actuale şi a celor din perspectiva apropiată, urmînd să fie restructurat pe măsura aducerii laboratoarelor de încercări la nivelul cerinţelor internaţionale şi a privatizării acestora (autonomia financiară).

Menţionăm însă că în Bulgaria, în decurs de 10 ani, au fost acreditate (deci au îndeplinit condiţiile) numai 8 laboratoare de încercări. În aceste condiţii considerăm că Reţelei de laboratoare de încercări din România, recent înfiinţate, îi revine un rol important în armonizarea metodelor de încercare şi de interpretare a rezultatelor încercărilor cu cele practicate în ţările dezvoltate şi în elaborarea unei politici de dezvoltare a reţelei de laboratoare care să asigure efectuarea în condiţii de eficienţă economică încercarea şi pe această bază certificarea produselor şi serviciilor oferite pe piaţă de către agenţii economici români sau străini.

O ultimă întrebare la care ne propunem să dăm un răspuns se referă la momentul certificării. Care este acest moment ?

După cum am arătat certificarea sau omologarea de tip *P* (protecţie) condiţionează livrarea produselor, respectiv prestarea serviciilor.

Certificarea însă impune execuţia produsului în regim de asigurare a calităţii, precum şi existenţa laboratorului acreditat care să execute încercările.

Din această cauză pot apare situaţii în care lansarea unui produs nou să fie împiedicată de nesatisfacerea acestor condiţii. Pentru aceste situaţii s-a prevăzut acceptarea omologării de tip *P* executate însă tot de organismul de certificare, urmînd ca odată cu satisfacerea celor două condiţii să se treacă la certificare. În aceste cazuri omologarea precede certificarea şi dă dreptul livrării produselor pe piaţă, respectiv prestării serviciilor omologate.

În rest, producătorii, respectiv prestatorii vor solicita direct certificarea de tip *P*, evident după ce s-au convins prin încercări proprii că produsul corespunde şi au efectuat evaluarea internă a propriului sistem de asigurare a calităţii.

În ce priveşte certificarea sau omologarea de tip *P.P.* (protecţie şi performanţe) aceasta se poate solicita atît la începutul fabricaţiei cît şi după punerea în fabricaţie pe baza omologării de tip *P*.

În materialul de faţă am încercat să expunem principalele idei care se desprind din proiectul legii privind asigurarea calităţii produselor şi serviciilor şi protecţia consumatorului în legătură cu sistemul naţional de certificare şi omologare. Trebuie să menţionez în final că procedurile ce urmează să fie elaborate cu consultarea tuturor factorilor interesaţi vor clarifica toate aspectele şi întrebările care, sîntem convinşi, vă frămîntă.

# Tradiţii româneşti în asigurarea calităţii construcţiilor (sec. XIX–XX)

NICOLAE NOICA*)

MOTO: „Nu este îndoială că va veni un timp cînd istoria faptelor române va fi cartea noastră de predilecţie; dar *pentru aceasta va trebui o nouă generaţie*. Inimi române, pline de viaţă şi mărire, ca să poată înţelege viaţa şi mărirea patriei lor".

*D. Bolintineanu*, 1857

Activitatea de construcţii — una din cele mai vechi preocupări ale omului — se concretizează în realizarea unui mediu construit în care se desfăşoară întregul sistem de activităţi şi preocupări umane, de la cele practice la cele culturale.

De aceea, se poate afirma că mediul construit influenţează modul de vitală al societăţii în toate componentele sale materiale şi spirituale.

Este, poate, motivul principal pentru care societatea a simţit nevoia — din cele mai vechi timpuri — să aibă garanţia calităţii producţiei de construcţii. Şi, pentru aceasta, ea a înţeles necesitatea creării unui ORGANISM de CONTROL STATAL cît şi a unui SISTEM DE ASIGURARE A CALITĂŢII CONSTRUCŢIILOR (prin emiterea unor reglementări tehnice de calitate, metode de testare a calităţii materialelor şi elementelor de construcţii, procedee de testare şi autorizare a meseriaşilor, specialiştilor etc.)

Ţara noastră are o tradiţie remarcabilă în acest domeniu putîndu-se mîndri cu crearea unor astfel de organisme şi sisteme în urmă cu peste 125 ani, în anul 1862.

Întrucît momentele de început ale formării acestui organism şi sistem sînt mai puţin cunoscute, credem că evocarea lor este cu atît mai semnificativă, astăzi, cînd societatea românească purificată de sacrificiul generaţiei tinere simte nevoia formării unei atitudini noi, corecte, faţă de calitatea vieţii.

*

* *

Se poate spune, cu certitudine, că ţara noastră se numără printre puţinele state din lume în care activitatea de construcţii a început să fie reglementată prin norme de calitate în urmă cu aproape 150 de ani şi o astfel de reglementare o constituie lucrarea „Aşezămînt pentru chipul lucrării şoselelor în Moldova" document inedit, descoperit de noi în arhiva Bibliotecii Academiei Române. Ea a fost elaborată la 12 decembrie 1841, la Iaşi, sub nr. 27589 al Secţiei a II-a (Secţia inginerească) a Departamentului din lăuntru al cărui ministru era logofătul *Constantin Sturza*. Acesta era inginer, absolvent al primei serii (1818) a primei şcoli de inginerie creată în ţara noastră în anul 1813 la Iaşi de către *Gheorghe Asachi*.

Marelui enciclopedist, inginer şi arhitect *Gheorghe Asachi*, îi datorăm şi transmiterea peste ani a acestei reglementări pe care a tipărit-o în Institutul „Albina", la 1841, într-o perioadă de pionerat a artei tipografice.

Acest document stabilea concepţia de alcătuire a secţiunii drumurilor pentru ca acestea să fie funcţionale, cît şi realizarea efectivă, precizînd tehnologia de execuţie (natura materialelor, modul de compactare, dotare cu scule şi personal . . . ) în special „îmbunătăţirii calităţii drumurilor".

Este o remarcabilă anticipare a elaborării fişei tehnologice care reprezintă astăzi o verigă esenţială în asigurarea calităţii.

Cei mai însemnaţi paşi în organizarea activităţii de construcţii din ţara noastră se fac în anii 1847 şi 1849 cînd se înfiinţează **Direcţia Lucrărilor Publice** pe lîngă Ministerul din întru din Ţara Românească (Ofisul 161/februarie 1847) şi Aşezămîntul Organic al **Departamentul Lucrărilor Publice** din Moldova (Ofisul 2374/21 septembrie 1949).

Din regulamentul Departamentului Lucrărilor Publice din Moldova (publicat în broşură Iaşi Tipografia Institutului „Albina" – 1850) să reţinem, pentru deosebita lor actualitate cîteva articole.

Astfel, în articolul 18 se precizează „*Departamentul va pune în regulă ca antreprenorilor* de zidiri, după ispita ce le va face clasificîndu-i în meşteri şi calfe, *să le deie certificat doveditor meşteşugului lor*, care după aceasta vor fi supuşi şi regulilor ce se vor aşeza de către el, fără care nici vor fi slobozi a lucra meşteşugul lor". Citind cu atenţie acest articol se observă că Departamentul Lucrărilor Publice

* Inspecţia de Stat pentru Calitatea Construcţiilor

reglementa în anul 1849 *exercitarea profesiunii de antreprenor*, eliminînd posibilitatea ca orice nechemat să poată exercita această profesiune în dauna lucrărilor. O reglementare ce se impune a fi legalizată de urgență, astăzi.

Prin articolul 19 se cerea departamentului să „*alcătuiască mai pe larg instrucții atingătoare de lucrările lui*, precum și de îndatoririle arhitecților și antreprenorilor; și spre aceasta el va fi îndatorat a aduna regulile si legile statornicite și în alte țări". Este impresionantă clarviziunea cu care înaintașii noștri au înțeles necesitatea unor instrucțiuni și legi pentru asigurarea calității lucrărilor publice, anticipînd preocupărilor noastre, de astăzi, de a elabora legi și proceduri specifice domeniului.

În sfîrșit articolul prevedea că „el (departamentul) *se va sili a dobîndi*, potrivit închipuirei ce va avea, *instrumente și cărți* atingătoare de meșteșugul ingineriei și al arhitecturii, spre povățuirea lucrărilor lui"; dovedind atenția ce se acordă dotării cu unelte și scule specifice și documentării, la 1849.

Dintr-un alt document de mare valoare aflat la biblioteca Academiei Române — Memoar despre lucrările săvîrșite de Departamentul Lucrărilor Publice între anii 1850—1855 — (publicat la Iași 1856), rezultă că în Moldova anului 1850 era creată o „*POLITIE ASUPRA ZIDIRILOR PRIVATE*". Aceasta pentru soliditatea zidirilor „statornicea" următoarele:

- „ca *toți lucrătorii de zidiri, să nu fie îngăduiți* a lucra *pînă* mai întîi nu se vor cerceta și nu-și *vor căpăta atestatul Departamentului* doveditoriu gradului de cunoștințe ce au";
- „ca — cuptoarele de cărămidă — ce se lucrează, să nu mai poată vinde înainte de *a fi cercetată calitatea ei* de arhitecții orașelor, și în lipsă de o breaslă de cărămidari orînduiți de Eforie sau Isprăvnicie;
- „ca în viitor toate clădirile să nu se mai zidească decît cu cărămidă pe lat, iar acelea făcute cu cărămidă pe muchie să se prefacă".

Merită a sublinia că toate aceste prevederi remarcabile prin înțelegerea importanței lor în realizarea unor lucrări publice de calitate au fost elaborate în Moldova, care s-a dovedit încă odată, și în domeniul construcțiilor, ca premergătoare în renașterea românească.

Imediat după Unire, politica economică a noului stat român este enunțată în mesajul domnitorului *Alexandru Ioan Cuza* din 6 decembrie 1859, se arată că „avem totul de creat a deschide drumuri, a face poduri, a înflori comerțul ... a săpa canaluri, a întinde linii de drumuri de fier pe suprafața pămîntului nostru pentru înlesnirea comunicațiilor".

Și ca o primă măsură în baza jurnalului Consiliului de Miniștri din 22 februarie 1860 și în virtutea art. I.4 din Convenția de la Paris 7/19 august 1858, domnitorul *Alexandru Ioan Cuza* aprobă „**Condițiile generale pentru lucrări publice**" și „Regulamentul pentru adjudecări" a căror respectare devine obligatorie (publicate în M.O. al T.R. nr. 55/8 martie 1860).

Pentru realizarea, însă, a acestui program de construcții era necesar un corp tehnic care să poată proiecta și executa aceste lucrări, apoi o organizare a activității lucrărilor publice cît și mijloace bănești și materiale.

De aceea, după perioada de tranziție prin care trece țara între anii 1859—1862, odată cu realizarea unirii definitive administrativă și legislativă din anul 1862, printre măsurile luate a fost și organizarea corpului tehnic.

Convins de necesitatea și urgența organizării acestui corp, *Dimitrie Cornea* (primul ministru al lucrărilor publice din Principatele Unite). arăta domnitorului în referatul nr. 4577/1 august 1862 prezentat spre „sancționare și întărire" că „*una din cele mai principale măsuri de la care atârnă inaugurarea unei epoci de dezvoltare* și de întemeiere a lucrărilor publice, *este organizarea corpului tehnic*, în chip de a răspunde la exigențele serviciului ...".

Și astfel, la 4 august 1862 este semnat decretul 629 privind aplicarea „Regulamentului pentru organizarea corpului de ingineri civili" din țara noastră.

Acest regulament instituia prin art. 11, paragraf 2, cap. III „Cadrele serviciilor", formarea *PRIMULUI SERVICIU DE INSPECTIE AL STATULUI* din țara noastră. Iată această prevedere:

„*Pentru inspectarea și controlarea lucrărilor din toate circumscripțiile se statornicește un serviciu de inspecțiune compus din inspectori generali de două clase, a căror număr va fi proporțional cu desvăluirea lucrărilor, neputînd însă covîrși numărul de cinci, din care unulu inspector generalu de clasa 1 și patru de a 2-a*".

Acești inspectori generali erau membri ai Consiliului Tehnic a cărui formare era apreciată „ca o îmbunătățire esențială neapărată în administrarea lucrărilor publice, el *fiind alcătuit din fonctionari de superioritate morală și științifică*".

Imediat după aprobarea regulamentului se trece la conferirea gradelor de inspectori generali cl. „2", prin decretul 612/6 august 1862, inginerilor: *Alexandru Costinescu*, *Panaite Donici*, *Costachi Aninoșeanu*, *Carl Vairah*. Dînșii vor forma primul serviciu de inspecție și control al statului pentru lucrări publice.

Cel care a desfășurat un control activ și eficient în domeniul lucrărilor publice și care trebuie să fie considerat, de fapt, primul inspector general al controlului statului este inginerul *Panaite Donici*.

Astăzi, cînd se împlinesc 165 de ani de la nașterea inginerului inspector general *Panaite Donici*, al cărui nume se confundă cu originea

tehnicii românești, credem că avem datoria morală de a ridica vălul uitării ce s-a așternut asupra acestei personalități, atît de impunătoare, pentru o așeza pe soclul ce i se cuvine în rîndul înaintașilor.

Născut în anul 1825, după terminarea liceului la Iași, urmează Școala Politehnică și apoi Școala de Poduri și Șosele din Paris pe care o absolvă în anul 1852. El este primul român care termină această prestigioasă școală.

În 1856 este trimis la Viena, de domnitorul Ghica, ca delegat din partea Moldovei în Comisia Permanentă de Navigațiune a Dunării ce fusese instituită prin tratatul de la Paris. În timpul căimăiniciei îndeplinește funcția de locțiitor al ministrului lucrărilor publice din Moldova într-un cabinet alături de *Al. Ioan Cuza* la Ministerul de Război și *Vasile Alecsandri* la Ministerul de Externe. În 1859 este ministrul lucrărilor publice în Moldova. După demisia cabinetului lui *Manole Costache Epurean* în aprilie 1860, *Panaite Donici* intră în armată, unde organizează primele batalioane de geniu din țara noastră. El este considerat creatorul geniului în România care s-a născut avînd la bază principiul „armatei constructive".

În primăvara anului 1862 se retrage din armată pentru a-și relua cariera de inginer civil în corpul tehnic la a cărui organizare își va aduce o contribuție remarcabilă. Este numit la 6 august 1862 inginer inspector general.

La 21 iulie 1864 îl găsim pe *Donici* îndeplinind funcția de secretar general al Ministerului de Lucrări Publice sub interimatul lui *Mihail Kogălniceanu* și apoi sub ministeriatul lui *C. Bozianu.*

În intervalul 13 noiembrie 1867 — 16 noiembrie 1868 *Donici* a fost ministru la lucrări publice în guvernul condus de *Ștefan Golescu.* El este primul inginer constructor numit ministru și deci primul ministru tehnocrat.

Sub ministeriatul său, în anul 1867 a fost înființată definitiv Școala de poduri, șosele și mine (Decret domnesc 1562/1867).

Din anul 1869 pînă în 1871 ocupă funcția de inspector general în controlul căilor ferate române.

Dînsul a făcut parte din comisia de recepție a liniei ferate București-Giurgiu, prima linie ferată din țară, împreună cu ing. *C. Aninoșeanu* și cu *Dubois* directorul liniei.

Ca recunoaștere și prețuire, în anul 1881 la crearea Societății Politehnice —prima societate inginerească din țară, inginerul inspector general *Panaite Donici* este ales în corpul ingineresc președinte de onoare.

Se stinge din viață în anul 1905.

Cu o maturitate tehnică, competență și discernămînt care astăzi ne impresionează, corpul tehnic ingineresc din perioada Unirii s-a organizat și a acționat în vederea creării unui adevărat sistem al calității în țara noastră. Pentru înțelegerea acestor lucruri să reținem prevederile cîtorva documente.

Astfel, la 15 februarie 1863, ministrul *Alex. St. Catargi* emite ordine 1402 prin care solicită în baza art. 1 șefilor de servicii din administrația centrală a ministerului, să prezinte la Secretariatul General lista exactă cu lucrările executate, cu ceea ce se află în executare și proiectare, lucrările de întreținere și aprovizionările de rezervă, construcții publice, porturi, cheiuri și orice alte lucrări ce urmează a fi inspectate, pentru a alcătui „un tablou general care să servească la împărțirea sarcinilor de control la diverșii inspectori generali". Strălucită *anticipație a planurilor de control* ce le întocmim astăzi.

În scopul efectuării unor inspecții corecte și eficiente, la 25 aprilie 1863, prin ordinul ministerial 4160, se stabilesc atribuțiile inspectorilor generali. Atribuțiile cuprindeau zece articole în care se precizau operațiile ce trebuiau verificate. Ele se află în original la Arhivele Statului (F.M.L.P. d/123/1863). În controalele pe care le făceau inspectorii trebuiau „în privirea personalului ... a se încredința despre meritele, zelul și probitatea lor" (art. II). Li se impunea un control atent în toate fazele de realizare și exploatare a produsului de construcții, trebuind să-și exercite inspecția la „lucrări de studii, lucrări din nou în executare și lucrări de întreținere sau reparații". (art. III). Conform art. V se cerea ca „la fiecare lucrare din nou în executare prin întreprindere sau regie, inspectorii se vor încredința dacă lucrarea se urmează conform condițiilor devizului, *dacă materialele* întrebuințate sînt de calitățile celor prescrise prin devizu ; *dacă nu s-au făcutu' vre-o abatere de la project fără aprobarea* ministrului și *dacă lucrările se execută după toată regula artei, pentru cea mai mare* durabilitate".

Cu adresele 5194, 5195, 5196, 5197, 5198 au fost trimise copii după decizia ministerială 4160 cu atribuții, inspectorilor generali *P. Donici, Al. Costinescu, C. Vairah, Bonnet* și *Aninoșanu.*

De asemeni, cu circulare 6200/18 mai 1863 au fost trimise aceste atribuții și inginerilor șefi de circumscripții „*P. Pereti, I. Livaditu, D. Frunză, Cazaban, Quinezu, Mornand, Al. Zanne* (inginer al capitalei), *Brezoianu, Mavrodin, Iorceanu, Delgeanu, Barbu Basarab, Sachetti*".

În același timp, pentru garantarea calității materialelor de construcții care se introduceau în lucrări, consiliul lucrărilor publice cerea prin jurnalul 226/5 noiembrie 1862 ca toți inginerii șefi să înainteze ministerului probe din toate materialele aflate în raza circumscripției, precizînd locul, districtul, bogăția stratului, prețul extragerii, lucrările la care s-au mai folosit.

Aceste materiale urmau a se verifica din punct de vedere al caracteristicilor fizico-mecanice înainte de introducere în lucrare.

Modul concret de punere a problemelor la controalele efectuate la lucrările publice poate fi analizat din cercetarea unui document inedit **„Dosarul serviciului inspecției generale pe anul 1863"** — păstrat cu grijă și respect în Arhivele Generale ale Statului din București în fondul Ministerului Lucrărilor Publice (F.M. L.P. d 123/1863). Acest dosar cuprinde procesele verbale ale inspecțiilor făcute în acest an de inginerul *Panaite Donici*.

Citirea acestor rapoarte scrise în urmă cu 125 ani, unele de însăși mîna inginerului *Panaite Donici*, produc o impresie covîrșitoare prin profunzimea gîndirii, prin analiza de amănunt a condițiilor pentru realizarea unor lucrări de calitate, prin idei ce sînt de multe ori actuale, și nu în ultimul rînd prin farmecul pitoresc al epocii istorice.

Aș cita, în susținerea celor de mai sus, hotărîrea pe care *Donici* o ia la 5 mai 1863 de a încerca la scara naturală podul de piatră ce se construia peste apa Doftanei pe linia Ploiești—Cîmpina lîngă comuna Băneşti, încărcînd o deschidere a lui cu 30.000 ocale.

Este prima încercare „in situ" a unui pod din țara noastră. Podul care astăzi există, fiind supus la o circulație ușoară, ar trebui consolidat și păstrat ca un monument tehnic pentru valoarea sa tehnică și istorică.

O atenție cu totul deosebită se acordă „modificațiilor neautorizate" acestea fiind cu totul oprite prin articolul 80 al regulamentului contabilității".

Nemulțumit de faptul că recomandările făcute „cu mare stăruință la inspecții în osebite rînduri" nu sînt respectate, *Donici*, prin procesul verbal nr. 8958/18 sept. 1863 se adresează ministrului arătîndu-i că „sînt de prisos toate inspecțiile și toate sacrificiile guvernului dacă nu se va face esemple de asprime contra unor întreprinzători cu atuu de mare nepăsare".

M-am oprit asupra modificărilor în construcții cît și a măsurilor coercitive pentru deosebita lor actualitate și atenției ce trebuie să li se acorde în noua lege a calității construcțiilor, act normativ de mare importanță pentru siguranța vieții noastre.

Iată cîtă prevedere și grijă acordau înaintașii noștri în acea epocă de pionerat, condițiilor esențiale în realizarea unor lucrări de calitate.

Astăzi, cînd calitatea este o problemă națională, o problemă a însăși existenței noastre, cînd există un corp de control al statului deosebit de valoros, credem că cel mai frumos omagiu ce-l putem aduce marilor noștri înaintași este să impunem cu autoritate tehnică, dar și fermitate, respectarea riguroasă a normelor de calitate pentru a dura lucrări trainice și sigure cu care să ne mîndrim în fața contemporanilor și urmașilor noștri.

# Considerații asupra metodelor Taguchi

*NICOLAE FILICENCO**)

Domnul Genichi Taguchi este un inginer japonez născut în 1926 care a început să lucreze după război.

Cariera și-a consacrat-o cercetării, învățămîntului universitar și consultingului în domeniul calității în Japonia, în diferite țări ale Extremului Orient și din 1980 în S.U.A. unde a participat la creerea Institutului SUPLIER.

Doctorul Taguchi a conceput un mănunchi de metode grupate sub numele de „Ingineria calității" bazate pe anumite concepții originale dintre care cea mai cunoscută este „Funcția pierdere". Prin acestea stabilește o legătură directă între cauză și efect, între toate acțiunile destinate ameliorării calității și obiectivelor economice, comerciale și strategice ale producătorului față de clienți.

A primit de patru ori premiul DEMING, în afară de alte distincții deosebite.

Este în prezent Administratorul Institutului japonez de tehnologie industrială, Administrator și Director executiv al Institutului American, SUPLIER (ASI) și, în Franța, Administratorul Institutului de Metode Taguchi.

În România, lucrările sale sînt puțin cunoscute, materialele de specialitate în limba română nefăcînd referiri la acestea.

Avînd în vedere importanța deosebită a calității producției și produselor în progresul

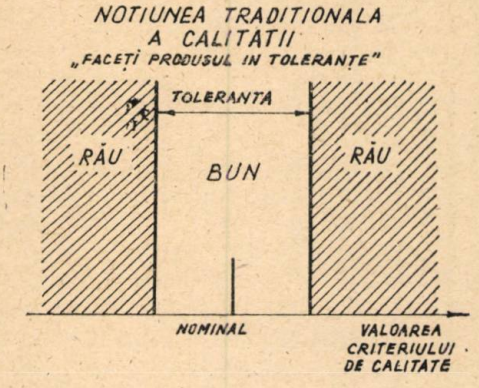
* OSC — Comisia Națională pentru Standarde, Metrologie și Calitate

și prosperitatea societății umane, s-a considerat necesară expunerea sintetică a *metodelor elaborate de Doctorul Taguchi.*

Ele formează un *ansamblu metodologic pentru conducerea calității și a costului acesteia, coerente prin baza* lor comună și apte pentru a fi întrebuințate într-un număr mare de cazuri.

Coerența metodelor este dată de o filozofie bazată pe *o preocupare economică constantă care vizează evaluarea calității prin termeni monetari și realizarea calității cu un cost minim.*

Pentru Taguchi toate performanțele sau specificațiile care nu sînt perfecte sînt generatoare de noncalitate, adică de o pierdere cuantificabilă. Această pierdere este suportată de cineva. Chiar dacă uneori este dificil a identifica „victima", ea există în sînul societății (în sau în afara întreprinderii producătoare).



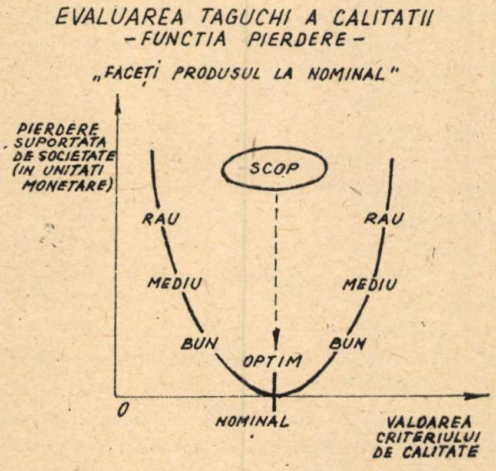




Fig. 1. Noțiunea economică a calității după Taguchi

Raportarea cheltuielilor la variația caracteristicilor, repune în discuție ideea tradițională potrivit căreia *un produs este bun atunci cînd respectă toleranțele din specificație.* Filozofia Taguchi consideră că pierderi există și atunci cînd nu se respectă valorile nominale, pierderile crescînd odată cu îndepărtarea valorilor caracteristicilor față de nominal.

Exemplul unei portiere de autoturism este ilustrativ pentru această idee : cu totul întîmplător se va obține o etanșeitate și un aspect corespunzător după montajul unor repere executate la limitele superioare cu repere adiacente la limitele inferioare.

*Pierderile datorate noncalității* se consideră a fi însumarea costurilor suportate de fabricant (costurile adiționale de fabricație pînă în momentul livrării produsului și costurile în termenul de garanție) și de consumator (costuri suplimentare în utilizare și pentru reparații în postgaranție). Acestea sînt probleme de cost și de satisfacerea consumatorului. Sesizarea de către consumator a costului datorită unei calități mediocre se reflectă asupra fabricantului prin micșorarea volumului de vînzare și în final chiar prin constrîngerea la încetarea activității. Invers, atunci cînd se apreciază de către consumator calitatea produselor unui fabricant el devine fidel acestuia.

Doctorul Taguchi propune și întrebuințează în cazul unei variații a caracteristicilor pentru evaluarea cantitativă a calității și/sau a prețului acesteia (problemă tratată anterior echivoc, deși constituie suportul conducerii calității și luării deciziilor) o formulă matematică -aproximație a dezvoltării unei serii Taylor în jurul valorii nominale-introducînd noțiunea de „Funcția pierdere", respectiv :

$$L_{(y)} = K\ (y-N)^2$$

unde :

$L_{(y)}$ costul în unități monetare pe unitate de produs cînd criteriul calității este egal cu $y$ ;

$y$ valoarea criteriului calității ;

$N$ valoarea nominală a lui $y$ ;

$K$ constantă de proporționalitate. Ea depinde de importanța financiară a criteriului de calitate.

Reprezentarea sa cuadratică respectă principiile enunțate pînă în prezent :

$L_{(y)}$ este minim pentru $y = N$ (nu există deviere față de nominal) ;

$L_{(y)}$ crește cînd se îndepărtează de $N$ (nominal), încet la început și intensiv pe măsură ce se îndepărtează ;

$L_{(y)}$ este exprimat în unități monetare.

Un alt aspect tratat de Taguchi este cel privind *stăpînirea caracteristicilor unui produs pe toată durata vieții sale.*

Clasic se „atacă" variațiile caracteristicilor prin restrîngerea cîmpurilor de toleranțe, supradimensionarea componentelor, alegerea unor materiale mai rezistente, diversificarea produselor funcție de condițiile de utilizare (umiditate, temperatură, de larg consum sau de uz profesional ... ) etc.

Apreciind, pe bună dreptate, permanența cauzelor variațiilor (numite „influențe"), doctorul Taguchi consideră că este inutil a se

combate fiind de preferat a se încerca eliberarea produsului de efectele lor.

Această gîndire vizează conceperea de produse *„robuste la influenţe"* prin stabilirea acelor factori care se pot stăpîni şi care acţionează astfel asupra performanţelor încît efectul influenţelor devine neglijabil.

Edificator în acest sens este exemplul unui producător japonez de ţigle care în anul 1953 a achiziţionat un cuptor tunel. Ţiglele situate la periferia încărcăturii cuptorului rezultau cu abateri dimensionale datorită temperaturii de ardere. Întrucît *modificarea cuptorului presupunea amenajări* în valoare de o pătrime din costul cuptorului, s-au întreprins cercetări pentru reducerea dispersiei dimensiunilor ţiglelor

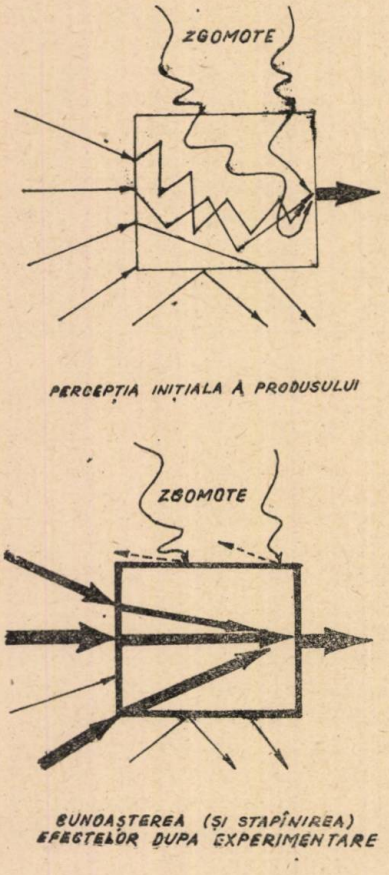



Fig. 2 Ilustrarea noţiunii de robusteţe

fără a fi necesară uniformizarea temperaturii cuptorului.

Obiectivul a fost a căuta o combinaţie de niveluri de valori a factorilor care puteau fi modificaţi.

Întreprinderea de descoperit că prin creşterea de la 1 la 5 % a conţinutului de var din compoziţia ţiglelor, variaţia dimensională s-a redus de 10 ori, cercetarea necesitînd un cost neglijabil faţă de valoarea modificării cuptorului.

Cazul prezentat reliefează *necesitatea unei bune cunoaşteri a produsului sau a procesului de producţie şi stăpînirea condiţiilor de experimentare.*

Cum găsim acei factori a căror influenţă este preponderentă? Răspunsul intuitiv este evident: făcînd a varia aceşti factori unul cîte unul şi reţinerea celor care au avut un efect mai sensibil asupra caracteristicilor.

Această investigaţie nu are în vedere influenţa variatelor combinaţii ale factorilor, din care cauză se preferă un studiu al combinărilor efectelor acestora, adică un plan de experimentare, pentru obţinerea unor informaţii mai complete şi fiabile.

Studiul combinărilor însă are un inconvenient major — rapida multiplicare a încercărilor de condus. Admitem că studiem o caracteristică influenţată de 13 factori, fiecare cu trei nivele de valori. Numărul total de combinaţii este $3^{13} = 1\,594\,323$. Fiind necesare cîte 3 minute pentru o încercare şi lucrînd 8 ore pe zi şi 250 zile pe an, studiul tuturor combinaţiilor posibile durează 40 ani. Scumpe şi de durată astfel de planuri de experimentări, numite factoriale complete, sînt irealizabile în practică.

Contribuţia doctorului Taguchi în această problemă constă în *simplificarea alegerii şi utilizarea planurilor experimentale ortogonale.* O listă a aranjamentelor ortogonale „performante" — grafurile lineare — înregistrînd mişcarea factorilor, permite unui nespecialist a întocmi planuri de experimentări în măsură de a furniza rezultate semnificative concomitent cu reducere spectaculoasă a numărului de încercări necesare.

Pe deasupra, pentru exploatarea rezultatelor furnizate de aceste planuri, Taguchi a definit un indicator de performanţă a robusteţei unui produs la influenţe: raţia semnal/influenţă.

*Ingineria calităţii Taguchi este aplicarea acţiunilor care vizează reducerea dispersiei caracteristicilor produsului sau procesului, în timpul procesului de concepţie* (OFF—LINE Q.C.) *şi în timpul fabricaţiei* (ON—LINE Q.C.).

În faza OFF — LINE Q.C. între etapele normale de concepţie şi de stabilire a toleranţelor, doctorul Taguchi a introdus o fază intermediară, „Determinarea parametrilor", care constituie un mod original de optimizare a concepţiei în vederea ameliorării produsului sau procesului.

Aportul doctorului Taguchi la „Determinarea toleranţelor" este mai puţin revoluţionar, vizînd simpla dirijare a eforturilor de stabilirea toleranţelor faţă de ameliorarea robusteţei, la un cost cît mai scăzut.

Conducerea calităţii în fabricaţie (ON—LINE Q.C.) integrează noţiunilor Taguchi practica clasică a utilizării procedeelor statistico-matematice.

Axa actuală a cercetărilor doctorului Taguchi, studiul „Criteriilor dinamice" , se referă la fenomenele în care caracteristica de calitate

studiată nu are o valoare ci un ansamblu de valori, fiind o „curbă de răspuns" variabilă în funcție de un semnal de intrare.

Metodele Taguchi sînt instrumente adecvate asigurării tendințelor actuale ale conducerii „calității totale" putînd acționa asupra adaptării produsului la nevoile clientului (asigurării performanțelor la valori cît mai apropiate de valorile nominale), competitivității și termenelor, (termene contractuale, operativitate de răspuns; reducerea ciclului de concepție). *Doctorul Taguchi deplasează centru activității de conducerea calității, în faza de concepție* (OFF—LINE Q.C.).

Metodele Taguchi constituie *un sistem pentru implementarea proiectării statistice experimentale, încurajînd colaborarea statisticienilor și inginerilor.*

Utilizarea acestor metode a condus la o serie de rezultate bune, dar și la o serie de interpretări posibile în momentul aplicării ei, ca de exemplu: se oferă o selecție nejustificat de limitată la unele planuri de experimentări ortogonale; interacțiunea factorilor este puțin studiată existînd posibilitatea neglijării unor factori importanți.

Doctorul Taguchi a promovat utilizarea proiectării statistice a experimentelor pentru îmbunătățirea proiectului produsului și procesului, aceasta constituind un punct de plecare pentru cercetări suplimentare în vederea completării și extinderii acestor metode. Aplicarea lor, chiar parțială, introduce o viziune nouă, cea a unei calități „responsabile" de costul său, cu reflectare asupra satisfacerii clienților.

În 1985, Institutul American SUPPLIER (ASI) a stabilit o „recompensă Taguchi" accesibilă celor care vor contribui la promovarea metodelor Taguchi sau vor îmbunătăți

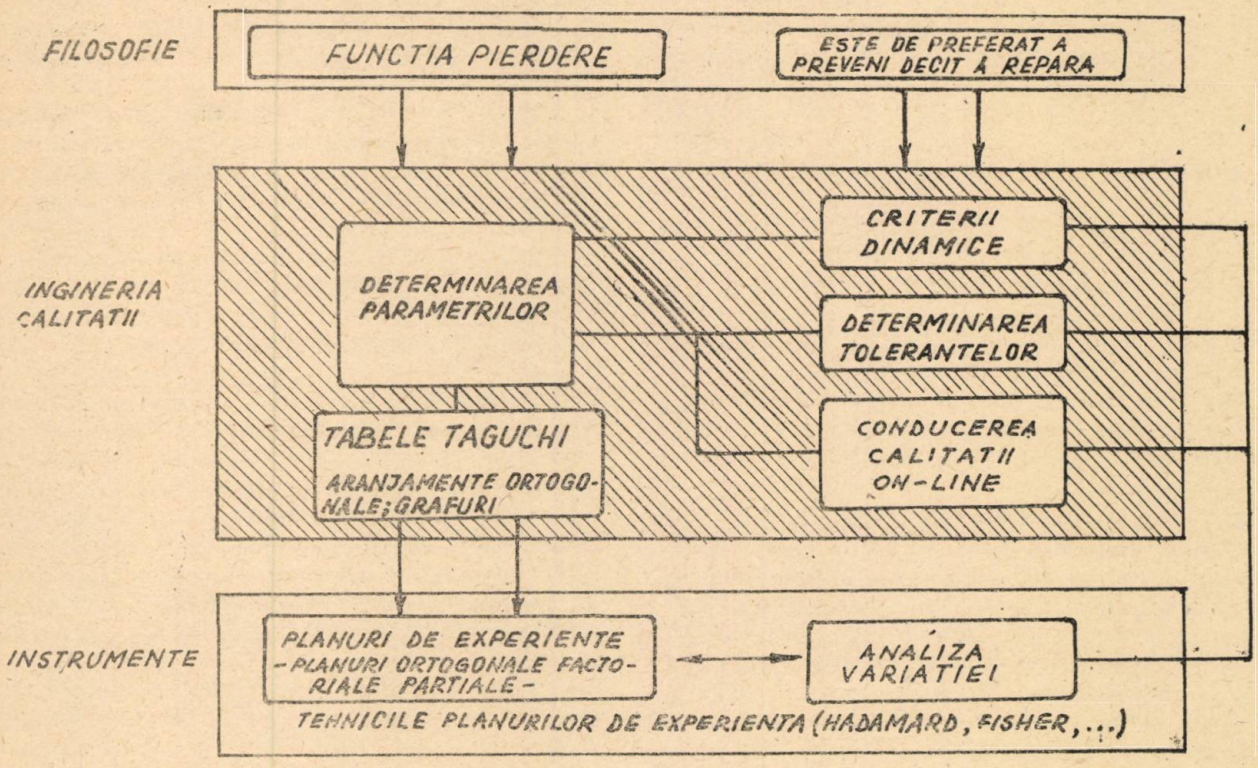



Fig. 3 Cele șapte contribuții ale metrologiei Taguchi

utilizarea lor tehnică prin originalitate, oportunitate, capacitate de analiză, rezultate economice.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *G. Taguchi*: Introduction to Quality Engineering (ASI Center for Taguchi Methods 1987)
[2] *G. Taguchi*: Off-Line and On-Line Quality Control Systems (ICQC 1978).

# Interferența dintre metrologie și calitate
# Sistemul OIML de cercetare a mijloacelor de măsurare

Dr. ing. *DAN STOICHIȚOIU*

Inspector Șef al Inspecției Metrologice de Stat

Unul din factorii care dau imaginea cea mai completă asupra potențialului economic și științific al unei țări este nivelul atins de aceasta în domeniul uniformității și exactității măsurărilor. Metrologia, domeniul de cunoștințe referitoare la măsurări, condiționează în cea mai mare măsură desfășurarea proceselor tehnologice, asigurarea securității tehnice, a circulației și transporturilor, calitatea produselor și serviciilor, protecția mediului, a muncii și ocrotirea sănătății populației, tranzacțiile comerciale și gestionarea bunurilor materiale etc.

Putem spune că metrologia are implicații în toate sectoarele vieții economico-sociale în care se efectuează măsurări, calitatea măsurărilor contribuind la creșterea calității vieții în general, dacă privim „calitatea" ca un concept global, ca o categorie filozofică.

Dacă ne referim numai la calitatea producției și calitatea produselor și serviciilor, interacțiunea dintre metrologie și calitate apare și mai pregnant.

În prezent, asistăm la o proliferare fără precedent a activităților de măsurare, caracterizată prin creșterea masivă și diversificarea mijloacelor de măsurare cu care se analizează, testează și controlează materialele și produsele, se supraveghează și conduc procesele tehnologice și de producție. Datele primare pe care se bazează orice analiză veridică se obțin prin măsurare și deci calitatea acestora condiționează calitatea oricărei decizii. Sub aceste aspecte, activitatea de metrologie este implicată în toate funcțiile sistemului de asigurarea calității care necesită informații de măsurare exacte și fiabile. Avînd în vedere și faptul că fiabilitatea și calitatea se realizează în toate fazele ciclului de viață al unui produs, faze în care este prezentă și metrologia, și aceasta trebuie să se implice în toate etapele de realizare a produsului.

Experiența a evidențiat că, încă din faza de formulare a concepției și definire a noului produs, este necesară participarea metrologului pentru a stabili împreună cu proiectantul și tehnologul ce va trebui măsurat, ce cadență și viteză de răspuns se pretinde din partea sistemului de măsurare și în ce condiții vor trebui efectuate măsurările.

A măsura numai ce trebuie măsurat și cu precizia minimă necesară ar crește productivitatea și eficiența economică. A defini pentru un viitor produs o caracteristică de calitate care nu este măsurabilă, sau pentru care la timpul respectiv nu se dispune de mijloacele și tehnologia de măsurare adecvate, ar genera greutăți majore în procesul de fabricație, litigii și pierderi de timp.

Producția modernă reclamă un permanent dialog între specialiștii din sectoarele de concepție și specialiștii în măsurări, pentru a evita specificarea unor caracteristici inutile, iluzorii, nefuncționale, pentru a evita „risipa de exactitate" a măsurărilor sau dimpotrivă „zgîrcenia" în stabilirea setului de caracteristici ce trebuie verificate prin măsurare cu anumite performanțe metrologice strict necesare.

De asemenea, metrologii trebuie să participe la proiectarea tehnologiilor de control, a principalelor tehnologii de măsurare în general, la evaluarea capabilității proceselor tehnologice, la expertizarea metrologică a documentațiilor tehnice și a pregătirii metrologice a fabricației.

În procesul de fabricație, începînd cu recepția la primire a materiilor prime, materialelor, componentelor și subansamblurilor, controlul pe fluxul de fabricație și pe produsul final, controlul conservării ambalării și expedierii, precum și urmărirea comportării în exploatare, incluzînd încercările de fiabilitate și mentenabilitate, toate aceste activități implică un imens număr de măsurări care toate trebuie proiectate din punctul de vedere al mijloacelor, tehnologiilor de măsurare și resurselor materiale și umane necesare.

Erorile de măsurare pot să afecteze atît deciziile referitoare la calitatea unităților individuale de produs, cît și pe cele referitoare la loturile ce se controlează cu ajutorul planurilor de eșantionare.

Toate acestea fac ca, în cadrul serviciilor de metrologie bazate în prezent exclusiv pe activități de execuție și prestări de servicii, să apară elementele unei activități de concepție, metrologul devenind „proiectantul general" al tuturor tehnologiilor de măsurare pe care le implică activitățile din spirala calității pe întreg ciclul de viață al produsului.

În plus, avînd în vedere mutaţiile care s-au produs în tehnologiile de măsurare, simbioza dintre tehnica de măsurare şi cea de calcul, între sistemele de măsurare şi cele de fabricaţie, specialiştii din aceste servicii trebuie să conceapă seturi de etaloane convenţionale, precum şi o serie de metode care să permită verificarea metrologică a întregului lanţ de măsurare.

Asistăm, aşadar, la o serie de transformări în conţinutul activităţilor metrologice, la nivelul întreprinderilor, în sensul extinderii preocupărilor acestora, la îndeplinirea adevăratei funcţii de „metrolog şef" adică de proiectant şi executant al principalelor tipuri de măsurări care condiţionează calitatea produselor, de compartiment responsabil cu buna funcţionare a tuturor tipurilor de mijloace de măsurare din cadrul procesului de fabricaţie, de promotor al introducerii noilor tehnologii de măsurare în toate etapele care determină calitatea produselor şi a procesului de fabricaţie.

Evident că preocuparea de bază a funcţiei metrologice într-o întreprindere privind asigurarea efectuării măsurărilor cu unităţi de măsură şi mijloace de măsurare legale şi la preciziile necesare rămîne şi trebuie dezvoltată.

Validitatea măsurărilor nu poate fi garantată fără verificarea sau etalonarea periodică a tuturor mijloacelor de măsurare, cu ajutorul etaloanelor de referinţă racordate la un lanţ de etaloane fiabil şi coerent.

În sistemul de asigurarea calităţii se cere demonstrarea prin dovezi obiective a „trasabilităţii" măsurărilor, adică racordarea mijloacelor de măsurare prin Sistemul Naţional de Etaloane pînă la etaloanele naţionale care constituie baza ştiinţifică tehnică şi legală de referinţă a tuturor măsurărilor efectuate pe întreg teritoriul ţării.

Astfel, cerinţele de asigurarea calităţii au un impact favorabil şi asupra organizării serviciilor însărcinate cu funcţia metrologică în cadrul unei întreprinderi. Procedurarea activităţilor de metrologie, a procedurilor de verificare şi etalonare, a modului de gestionare a parcului de mijloace de măsurare constituie un factor indiscutabil de progres şi de creştere a calităţii activităţii de metrologie.

Putem conchide că, dacă metrologia este un factor esenţial pentru calitate, practic nu putem vorbi despre calitate fără metrologie; la fel, metodele dezvoltate de calitologi constituie un factor de progres pentru metrologie.

Cel mai elocvent exemplu în acest din urmă sens este Sistemul OIML de certificare a mijloacelor de măsurare adoptat la cea de-a 25-a reuniune a CIML care a avut loc recent la Porto. Sistemul este destinat să uşureze, să accelereze şi să armonizeze activitatea organismelor naţionale sau regionale din statele membre OIML, la eliberarea aprobărilor de model pentru mijloacele de măsurare şi să permită recunoaşterea reciprocă şi comercializarea de către constructorii de mijloace de măsurare a acestora, prin Sistemul de Certificare OIML, făcînd dovada că mijloacele de măsurare corespund cerinţelor din recomandările OIML. Sistemul de certificare OIML respectă regulile generale pentru certificarea produselor stabilite de organizaţiile internaţionale, standardele ISO, CEN şi CENLEC (seria 45000) şi le aplică condiţiilor şi cerinţelor specifice ale mijloacelor de măsurare.

Introducerea procedurilor de asigurarea calităţii este necesară şi la nivelul metrologiei de stat, a organului de metrologie legală, atît ca organism naţional de certificare pentru mijloacele de măsurare, obligat să dezvolte proceduri de certificare şi acreditare a laboratoarelor de încercări şi verificări metrologice, cît şi ca organism de control metrologic al statului al supravegherii mijloacelor de măsurare şi al măsurărilor din domeniile de interes public, pentru protecţia cetăţenilor şi a statului contra efectelor nocive ale măsurărilor false sau inexacte.

În concluzie, putem spune că metrologia şi calitatea sînt două discipline conexe. Este preferabil de a exploata complementaritatea lor decît a încerca de a face dintr-una anexa alteia aşa cum se încearcă uneori; excesele constatate în practică, indiferent din ce parte vin, sînt la fel de periculoase şi pentru metrologie şi pentru calitate.

Metrologia este baza însăşi a gestiunii calităţii, căci este punctul de trecere obligatoriu pentru obţinerea calităţii şi pentru asigurarea calităţii. În aceste puncte de graniţă se schimbă idei, se evaluează conceptele vechi şi se dezvoltă concepte noi.

Pentru aceasta, şi nu în ultimul rînd, este necesar un program susţinut de formare, reciclare şi perfecţionare a specialiştilor din cele două domenii, şi nu numai, metrologia impunîndu-se ca o componentă obligatorie a culturii generale a tuturor celor care au tangenţe cu acest domeniu, fie sub aspect tehnic, fie sub cel economic sau de conducere.

# Probleme internaţionale privind certificarea calităţii

JULIEN BRATU*)

*Motto :* „În anul 2000, 95% din volumul de produse aflat pe piaţa mondială va fi supus certificării."

*John Slatter* — International Standard Organisation.

**REZUMAT**

Se prezintă necesitatea şi semnificaţiile dezvoltării sistemelor naţionale şi internaţionale de certificare. Prin caracterizarea, în antiteză, a sistemelor de certificare proprii statelor din vestul şi estul Europei se urmăreşte identificarea mecanismului care determină evoluţia sistemelor de certificare, în funcţie de contextul economic în care acestea s-au dezvoltat. Concluziile prezentate sînt utile pentru proiectarea unui sistem românesc de certificare, adecvat condiţiilor economice actuale.

**Résumé**

On présente la nécessité et les significations du développement des systèmes nationaux et internationaux de certification. Caractérisant, en antithèse, les systèmes de certification propres aux états de l'ouest et de l'est d'Europe on poursuit l'identification du mécanisme qui détermine l'évolution des systèmes de certification en fonction du contexte économique dans lequel ils étaient développés. Les conclusions présentées sont utiles pour projeter un système roumain de certification, adequate pour des conditions économiques actuelles.

**Abstract**

The necessity and signification of developing national and international certification systems are presented. By antithetic characterization of the certification systems proper to states of Eastern and Western Europe, the identification of the mechanism determining the evolution of certification systems depending on their economical context is pursued. The conclusions presented are useful for projecting a Romanian certification system, adequated to the present economic conditions.

Trebuie să recunoaştem că o astfel de prognoză, chiar pentru un specialist în domeniul calităţii, este întrucîtva şocantă. Cu atît mai mult pentru majoritatea personalului tehnic din industria noastră, care cunoaşte puţin sau chiar nu cunoaşte nimic despre această tehnologie modernă din domeniul calităţii. Oricum, afirmaţia sus menţionată incită la a ne pune cîteva întrebări : Prin ce motiv certificarea calităţii este o problemă atît de internaţională? Ce „curent ascendent" a prins această metodă de îi este asigurat un asemenea viitor? Dar ce este de fapt, certificarea calităţii?

Pentru a se putea răspunde la aceste întrebări, sînt necesare cîteva definiţii :

*Certificarea de conformitate* : acţiune prin care o terţă parte demonstrează că este în mod rezonabil îndreptăţită să se aştepte la faptul că un produs, proces sau serviciu complet identificat este conform unui standard sau alt document specificat.

*Sistem de certificare* : sistem avînd propriile reguli de procedură şi conducere destinat pentru a efectua certificarea conformităţii.

*Organism de certificare* : organism care efectuează certificarea conformităţii.

Prin interpretarea acestor definiţii se pot evidenţia cîteva aspecte clarificatoare :

1. Conceptul esenţial al noţiunii de certificare este, ca şi în cazul asigurării calităţii cel de *încredere*; încrederea pe care un producător (de produse sau servicii) doreşte s-o confere cumpărătorilor, că parametrii calitativi ai produselor/serviciilor furnizate acestora corespund cerinţelor din specificaţii. Însă, spre deosebire de situaţia asigurării calităţii, această încredere se conferă beneficiarilor indirect, prin apelarea la serviciile unei terţe părţi — organismul certificator care îndeplineşte astfel rolul de reprezentant generic al beneficiarilor interesaţi. Această modalitate are următoarele avantaje :

*a*) reduce considerabil costurile evaluărilor de asigurare a calităţii, atît pentru beneficiari cît şi producători, evaluările fiind încredinţate organismului certificator care face publice rezultatele lor. În plus, pentru producători, obţinerea certificatului sau mărcii de conformitate este echivalentă cu primirea unui „paşaport de încredere" pe piaţă, deci o şansă suplimentară în competiţia comercială ;

*b*) o creştere a razei de comunicare şi a compatibilităţii informaţiilor/atestărilor privind

* OSC — Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate

calitatea de la nivelul asociațiilor și concernelor pînă la cel național și internațional, prin sistemul de recunoașteri și acreditări a organismelor de certificare. Cerințele de calitate pentru un organism de certificare sînt în principal : competența tehnică, imparțialitatea și confidențialitatea, iar performanța calitativă rezidă în gradul de recunoaștere națională și mai ales internațională a mărcilor, respectiv certificatelor de conformitate pe care acesta le eliberează.

2. Certificarea de conformitate exprimă, în fapt, comparația dintre *calitatea confirmată* în laborator a produsului și *calitatea prevăzută* prin caracteristicile descrise în standardul acestuia. Astfel că „deschiderea" unui sistem de certificare și implicit gradul lui de recunoaștere în afară, este determinată de măsura în care cerințele din standardele de referință ale acestuia corespund cu cele din standardele internaționale, regionale sau naționele din domeniu. Sau, cu alte cuvinte, un sistem de certificare corespunde cu atît mai bine intereselor economice ale organizației care l-a creat, cu cît nivelul standardelor de referință ale acestuia este mai apropiat de nivelul internațional.

3. Pe parcursul dezvoltării sistemelor de certificare s-a constatat că în practică erau dese situațiile cînd pentru același produs încercat, răspunsurile laboratoarelor erau diferite. Din acest motiv, s-a simțit nevoia elaborării unor criterii unitare de evaluare a competenței tehnice a laboratoarelor, constituindu-se astfel și certificarea laboratoarelor de încercări, sau cu un termen mai cunoscut *acreditarea laboratoarelor de încercări*.

De asemenea, tot practica a arătat că dacă fabricația unor producători nu este uniformă calitativ, atunci încercarea în laboratoare a unor produse izolate nu este nici concludentă, nici economică. Soluția s-a conturat prin completarea rezultatelor încercărilor de laborator cu cele ale evaluării sistemelor calității ale producătorilor, apelînd la tehnicile standardizate de asigurarea calității, mai nou, conform prevederilor I.S.O. 9000. Astfel că, s-a instituit și dezvoltat tot mai mult un nou tip de certificare, *certificarea sistemelor calității* ale producătorilor. Tot în acest scop, pentru reducerea nivelului de incertitudine al rezultatelor certificării de conformitate datorat elementelor variabile și subiective, dependente de specialiștii în evaluarea sistemelor calității, încercările de laborator, evaluarea conformității produselor s-a impus cu necesitate acțiunea de *certificarea competenței personalului certificator*.

Sintetizînd, se poate spune că în scopul de a crește cît mai mult nivelul de încredere al beneficiarilor în acțiunile organismului certificator, precum și pentru nevoia de recunoaștere reciprocă între acestea, sistemele de certificare s-au dezvoltat în timp, prin extinderea succesivă a standardizării elementelor constituente : laboratoarele de încercări, sistemele calității producătorilor și experții certificatori.

4. După cum se poate desprinde din cele de mai sus, condițiile ambientale optime pentru dezvoltarea sistemelor de certificare sînt derivate din cele necesare promovării asigurării calității și anume o abundență de produse oferite față de nivelul cererii, deci implicit, o anume intensitate a concurenței pe piață. Cu alte cuvinte, mecanismele economiei de piață constituie factori de accelerare pentru dezvoltarea certificării calității.

Aceasta explică faptul că aceste sisteme au apărut și s-au perfecționat în țările capitaliste industrializate. În țările est-europene, sistemele calității s-au implementat relativ forțat sub presiunea cerințelor de comerț cu statele dezvoltate occidentale. De aceea, sistemele naționale de certificare de tip est-european (URSS, Cehoslovacia, Polonia, Ungaria, Iugoslavia, Bulgaria, RDG) au anumite trăsături specifice în comparație cu cele de tip occidental. Aceste particularități au rezultat în esență, ca urmare a adaptării cerințelor generale ale certificării la mecanismele economiei de tip socialist. Astfel :

*A.* Motivația producătorilor pentru a se evidenția pe piață prin calitatea produselor lor fiind slabă sau inexistentă (cererea este mai mare ca oferta) nomenclatorul produselor certificabile se impune de către stat. Așadar, certificarea pentru un nomenclator restrîns de produse este obligatorie față de celălalt caz, unde certificarea este facultativă (în țările capitaliste).

*B.* În sistemele de tip est, exigența privind calitatea certificării este mai redusă : încercările se fac în laboratoare autorizate (nu se solicită existența sistemelor calității încercărilor pentru laboratoare) iar producătorilor li se evaluează numai capabilitatea producției, nu și a sistemelor calității.

*C.* Atestarea certificării se face cu o rigoare mai redusă asupra nivelului de încredere, se acordă și mărci de calitate și mărci de securitate. Marca de calitate exprimă nivelul tehnic al produsului care este estimat pe baza unor criterii nu foarte obiective, prin comparație cu cel mondial.

Această analiză comparativă poate conduce la afirmația că sistemele est-europene de certificare sînt modele hibride ale sistemelor de certificare dezvoltate în condițiile mecanismelor economice centralizate și pot fi privite ca faze necesare de evoluție și ale sistemului românesc de certificare, aflat în dezvoltare.

În prezent, cel mai perfecționat sistem de certificare aflat în curs de implementare este

sistemul Comunității Economice Europene. Succint, sînt notabile următoarele aspecte :

I. Din necesitatea de a constitui piața unică europeană fără bariere economice, Sistemul C.E. este primul sistem supranațional (regional) caracterizat prin integrarea și armonizarea sistemelor naționale constituente. De aceea, rolul organismelor naționale de certificare este determinant. Cerințele pentru recunoașterea acestor organisme sînt standardizate în E.N. 45.000.

II. Documentele de referință ale certificării sînt standardele E.N. elaborate de CEN—CENELEC (neobligatorii) și directivele CE, cu caracter obligatoriu emise de Consiliul Europei.

Față de aceste directive, se poate acorda marca de conformitate CE pe baza „Procedurii CE de evaluare a conformității". Aplicarea acestei proceduri se face specific pe baza „modulelor CE de evaluare", avînd grade diferite de severitate : de la simpla verificare a calității efectuată de organismul de certificare CE și pînă la evaluarea completă a asigurării calității atît în faze de concepție cît și de producție (pe baza ISO. 9000).

III. Decizia de acordare a mărcii de conformitate CE (obligatorie pentru a fi permisă comercializarea produselor în cadrul Pieței Comune — începînd cu 1.01.1993) se ia de către Comitetul de Direcție al organismului de certificare compus din reprezentanți ai tuturor factorilor interesați în certificare (clienți, producători, organisme de supraveghere etc.) — avînd astfel un mecanism democratic de decizie.

Este de remarcat, de asemenea, pe plan mondial, că puternicul proces de integrare ce se manifestă în Europa Occidentală se reflectă și peste oceane, în S.U.A și Japonia, caracterizate prin sisteme „foarte "distribuite de certificare.

Astfel, în S.U.A. este în curs de finalizare Sistemul American de Certificare și Acreditare — R.A.B.S., avînd aceeași structură organizatorică cu cea a sistemului CE tocmai pentru a mări facilitatea recunoașterii reciproce și implicit a șanselor de comerț avantajos.

Cunoașterea mecanismelor de funcționare și a problematicii certificării pe plan internațional, considerăm că este o documentare utilă pentru a optimiza proiectarea și aplicarea unui Sistem Național de Certificare a Calității în România.

# Funcția de calitate — element de legătură esențial între proiectarea funcțională și proiectarea tehnolcgică la întocmirea documentației tehnice pentru mașini-unelte de înaltă precizie

VICTOR BOLCHIȘ*)

**REZUMAT**

În lucrare se prezintă modul în care s-au fundamentat unele elemente teoretice legate de documentația tehnică și o exemplificare parțială a aplicării metodologiei de lucru bazată pe această fundamentare, în cazul ghidajelor cu role în cruce de la mașini-unelte de rectificat cu precizie înaltă.

**Résumé**

Dans l'ouvrage on présente la manière dans laquelle quelques éléments théoriques liés à la documentation technique et une exemplification partielle de l'application de la méthodologie de travail basée sur ces éléments, ont été fondementés dans le cas des guidages à galets croisés des machines-outiles à rectifier de haute précision.

**Abstract**

In the paper the manner in which some theoretical elements connected with the technical documents and a partial exemplification of applying the working methodology based on these elements are presented in the case of crossed roller guides by high precision rectifying machine-tools.

## 1. Noțiuni introductive

Dezvoltarea activității de asigurare a calității documentației tehnice la Întreprinderea de Mașini-Unelte, Accesorii și Scule Baia Mare a dus, printre altele, la aprofundarea cunoștințelor teoretice și cristalizarea unui mod de lucru cu elemente de originalitate în acest domeniu.

* Intreprinderea de Mașini-Unelte, Accesorii și Scule Baia Mare

Scopul de bază al activității industriale este de a realiza bunuri (produse) care să satisfacă anumite necesități sociale, să satisfacă anumite necesități ale beneficiarilor produselor, este, în final, de a realiza bunuri (produse) cu o anumită valoare de întrebuințare pentru beneficiarii acestora. Fără realizarea valorii de întrebuințare strîns legată de necesitățile beneficiarilor, activitatea industrială se transformă într-un scop în sine, fără finalitate, devenind un consumator în sensul de risipire a materiilor prime, materialelor, energiei și forței de muncă cu toate consecințele negative ce decurg de aici.

Precizarea modului în care se realizează satisfacerea necesităților beneficiarilor duce la definirea sub formă sintetică a noțiunii de calitate a produsului. Aceasta este proprietatea de bază a produsului de a satisface, în timp util, în condiții de optim economic, necesitățile de moment și în perspectivă ale beneficiarului.

Scopul de bază al activității industriale este scopul de ansamblu al fluxului concepție-producție-utilizare produs. În activitatea de tip industrial apar, însă, scopuri specifice, distincte pentru fiecare parte a fluxului.

Altul este scopul specific al muncitorilor de la sectorul de debitare, altul este scopul specific al lăcătușilor de la montaj final sau al metrologilor, de exemplu. Similar, diferit apare scopul specific, imediat, al proiectanților de produs sau al proiectanților tehnologi.

Această diferențiere a scopurilor pe fiecare verigă a fluxului concepție — producție — utilizare produs apare ca o consecință a diviziunii muncii în cadrul unei întreprinderi și este o premisă a activității moderne, de tip industrial, opusă stilului de muncă manufacturier.

Aprofundarea noțiunii de scop specific duce la definirea noțiunilor de beneficiar specific și calitate specifică în cadrul fluxului de concepție-producție-utilizare produs, diferite de noțiunile beneficiar al produsului și calitate a lui.

Se crează astfel premisele teoretice care permit prezentarea activității întreprinderii din punctul de vedere al noțiunii de calitate ca un sistem în care intră necesitățile beneficiarului privind calitatea produsului și iese produsul ca valoare de întrebuințare pentru beneficiar.

În cadrul acestui sistem avem o multitudine de subsisteme de diferite ordine de complexitate legate între ele prin legătură binară intrare-ieșire.

Fiecare subsistem are o funcție specifică pentru realizarea căreia există necesități specifice pentru elementele de intrare pe care le transformă, obținîndu-se elementele de ieșire cu o calitate a lor care trebuie să corespundă cu necesitățile specifice de intrare pentru subsistemul următor.

Sistemul concepție-producție este alcătuit deci din subsisteme de diferite ordine de complexitate care au calitatea dublă de beneficiar (pentru elementele care intră în subsistem) și de furnizor (pentru elementele care ies). Aceste subsisteme au ca principal scop menținerea în funcțiune a sistemului prin propria lor funcționare în condiții optime, pentru care au nevoie de calități specifice diferite de calitatea produsului pe care o realizează sistemul în ansamblul său.

Saltul calitativ constînd din a privi întreprinderea din punctul de vedere al calității ca sistem aduce după sine posibilitățile superioare de rezolvare a problemelor de calitate prin aplicarea științei informaticii din care se citează următorul principiu:

„Optimizarea sistemului nu poate fi rezultatul optimizării fiecărui subsistem în parte și cu atît mai puțin rezultatul optimizării fiecărui element". [1, pg. 12].

## 2. Documentația tehnică privită ca un tot unitar

Proiectarea documentației tehnice are ca scop principal definirea și materializarea în formă scrisă și desenată a calității produsului precum și a condițiilor de realizare, verificare, utilizare și prezentare a acestuia.

De asemenea, activitatea de proiectare a documentației tehnice deservește activitatea industrială, privită și ca proces de concepție-producție, în toate etapele ei, avînd beneficiari distincți de la o etapă la alta, fiecare dintre aceștia avînd necesități specifice privind calitatea documentației tehnice.

Se poate astfel defini calitatea documentației tehnice ca fiind proprietatea ei de a prezenta în formă scrisă și desenată necesitățile beneficiarului privitoare la produs, precum și proprietatea de a satisface necesitățile specifice referitoare la documentația tehnică (părți din ea) ale beneficiarilor specifici ai acesteia pe parcursul fluxului concepție-producție-utilizare produs.

Prima proprietate reprezintă calitatea de fond a documentației tehnice, iar a doua proprietate formează calitatea formală a ei.

Dezvoltînd noțiunea de calitate formală, aceasta se poate defini ca proprietatea documentației tehnice de a fi conformă față de actele normative în vigoare (legi, norme, ordine, STAS-uri etc.) și față de uzanțele (obișnuințele) beneficiarilor specifici ai ei. Prin „uzanțe" se înțeleg normele nescrise, inclusiv principiile respectate din obișnuință, din rutină de către participanții la activitatea de concepție-producție-utilizare produs.

Astfel prezentată, calitatea documentației tehnice ca și calitate de fond și calitate for-

mală, apare necesitatea de a revizui și reformula actele normative în vigoare în ideea de a stimula dezvoltarea unei activități de tip industrial bazată pe teoria sistemelor și care să creeze cadrul necesar desfășurării optime a activității întreprinderii, prin prisma calității.

Privind activitatea întreprinderii ca activitate a unui sistem se impune completarea scopului documentației tehnice cu rolul acesteia de a înregistra și păstra procesul de gîndire tehnică desfășurat de proiectanți în timpul activității de întocmire a ei pentru a putea fi, în principal, cunoscut și utilizat de beneficiarii distincți ai documentației tehnice de la o etapă la alta a fluxului concepție-producție--utilizare produs, în activitatea lor curentă legată de procesul în cauză.

Caracterul unitar al documentației tehnice este dat de faptul că după definirea calității de fond la nivel de documentație de studiu [3], calitatea de fond trebuie să se regăsească nemodificată pe tot parcursul fluxului de concepție--producție-utilizare produs. Documentația tehnică (părți din ea) suferă modificări și dezvoltări pe parcursul fluxului pentru realizarea calităților specifice necesare funcționării diferitelor subsisteme ale întreprinderii, dar aceste modificări și dezvoltări efectuate în baza actelor normative și a uzanțelor, nu trebuie să afecteze calitatea de fond.

În alternativă, prin alcătuirea fluxului de concepție-producție din subsisteme cu funcții bine definite și calități specifice distincte la intrare, respectiv ieșire, documentația tehnică apare fragmentată în unități relativ de sine stătătoare caracterizate de scopul specific al fiecăruia, respectiv de calitatea specifică proprie.

Această fragmentare conduce, de regulă, [3] la cinci mari unități și anume :

— documentația de studiu ;
— documentația de bază ;
— documentația tehnologică de fabricație :
— documentația de exploatare ;
— documentația auxiliară.

Privite prin prisma ideilor prezentate pînă aici, documentația de studiu, dezvoltată prin detaliere la nivel de documentație la bază și documentație tehnologică de fabricație, formează unități cu deosebiri esențiale. Realizarea lor se face prin două tipuri de activități de proiectare distincte : proiectarea funcțională și proiectarea tehnologică.

Amestecarea acestor două tipuri de proiectare modifică automat caracterul industrial, modern al construcției de mașini și-l aduce la nivelul de producție manufacturieră cu toate consecințele negative asupra productivității, calității și eficienței ce decurg din această transformare.

### 3. Proiectarea funcțională

Scopul principal al proiectării funcționale este de a defini și realiza calitatea de fond a documentației tehnice. Modul în care se prezintă această calitate de fond trebuie să satisfacă însă necesitățile specifice ale subsistemului din aval în privința calității documentației tehnice. În mare, scopul specific al proiectării funcționale este realizarea calității specifice a documentației necesară desfășurării în condiții optime a activității de proiectare tehnologică.

Apare astfel necorespunzătoare etichetarea [3] părții desenate din documentația tehnică ce definește calitatea de fond cu denumirea „Desen de execuție" întrucît aceasta nu are ca scop specific satisfacerea necesităților referitoare la documentație pentru execuția și controlul produsului. De altfel, prin STAS 188—87, „Reguli generale de cotare în desenul industrial", se prevede în mod expres obligativitatea de cotare funcțională a desenelor tehnice, [4] cotare ce nu corespunde, de regulă, pentru execuție sau control.

Se introduce astfel denumirea „Desenul produsului finit" [6, pg. 13] pentru desenul întocmit la proiectarea funcțională, diferit de desenul de execuție, realizat la proiectarea tehnologică.

Desenul produsului finit la nivel de documentație de studiu poartă atributul „grad redus de detaliere", pentru definirea calității de fond nefiind nevoie de o detaliere completă.

Desenul produsului finit (grad redus de detaliere) conține, deci, în limbaj de proiectare funcțional, reprezentarea produsului ca formă, alcătuire, funcționare, la un grad de detaliere necesar pentru precizarea univocă și completă a calității produsului.

Prin soluțiile adoptate, rezultate ca urmare a finalizării etapei de studiu a activității de proiectare, desenul produsului finit (grad redus de detaliere) cuprinde sub formă implicită toate cele patru laturi esențiale ale calității produsului precizate la pct. 1.

Finalizarea prin proiect tehnic a etapei de proiectare „Documentație de studiu" pe lîngă realizarea calității de fond a documentației tehnice furnizează calitatea specifică necesară proiectării, tot în limbaj funcțional, a documentației de bază precum și o parte esențială a calității specifice necesară proiectării tehnologice. Aceasta din urmă constă în principal din :

— prezentarea rolului funcțional al produsului și componentelor sale tocmai prin utilizarea limbajului funcțional de proiectare ;

— prezentarea procesului de gîndire tehnică al proiectanților pe parcursul întocmirii documentației de studiu ca fundamentare științifică a soluțiilor adoptate în proiect.

Realizîndu-se calitatea specifică necesară proiectării tehnologice se creează premisele întocmirii unei documentaţii de execuţie (şi control) de către proiectanţii tehnologi fără afectarea calităţii de fond. Cunoaşterea în profunzime de către proiectanţii tehnologi a calităţii de fond şi a elementelor care o condiţionează permite prelucrarea în continuare a documentaţiei tehnice pe fluxul concepţie-producţie fără abateri care să afecteze în final calitatea produsului sub cele patru laturi ale sale. În plus, se deschide calea pentru dezvoltarea unei activităţi tehnologice moderne, bazate pe cunoştinţele ştiinţifice existente în prezent.

În consecinţă, legat de calitatea specifică necesară proiectării tehnologice, proiectul tehnic trebuie să conţină, printre altele, la un nivel de prezentare corespunzător ca detalii şi conţinut, documentele :

— breviar de calcul tehnologic de exploatare;
— breviar de calcul de dimensionare;
— breviar de calcul funcţii de calitate pentru detaliere completă.

Ultimul document apare în plus faţă de documentele prezentate în STAS 6269—80 şi, ca urmare, este necesară precizarea unor elemente care îl fundamentează.

Funcţia de calitate este o funcţie matematică ce prezintă dependenţa unei caracteristici de calitate a produsului faţă de caracteristicile de calitate ale subansamblelor, respectiv reperelor lui.

Funcţiile de calitate urmează să fie folosite la detalierea desenului produsului finit, pentru întocmirea pe baze ştiinţifice a tehnologiilor de execuţie şi montaj (inclusiv operaţii de control), respectiv pentru rezolvarea pe baze ştiinţifice a problemelor ce apar în execuţie ca urmare a lipsei de disciplină tehnologică, fără a se intra în categoria „Derogare" interzise de Legea privind asigurarea şi controlul calităţii produselor şi serviciilor (Art. 5.). Acest ultim aspect este posibil prin punerea în evidenţă a măsurilor ce se pot lua pentru respectarea caracteristicii de calitate a ansamblului în condiţiile în care parametrii de care acesta depinde suferă variaţii accidentale.

Breviarul de calcul funcţii de calitate conţine schemele de calcul şi funcţiile de calitate pentru caracteristicile de calitate ale produsului cum ar fi : precizie de lucru, precizie geometrică (lanţuri de dimensiuni), rigiditate, productivitate, zgomot, vibraţii, forţă maximă de aşchiere, greutate maximă pentru piesa de prelucrat, repetabilitate în poziţionare, caracteristici de fiabilitate etc. Influenţa factorilor aleatori se prezintă implicit sub forma unui termen sau coeficient, precizîndu-se ponderea globală a lor şi din ce constau aceşti factori. Influenţa se detaliază pînă la parametrii de calitate ai reperelor. Pentru situaţiile cînd fenomenele nu se stăpînesc teoretic, se întocmeşte o schemă pentru experimentarea pe lotul seriei zero urmînd ca prin calcule statistico-matematice să se definitiveze funcţia de calitate respectivă.

### 4. Proiectarea tehnologică

Privit prin prisma fluxului de calitate concepţie-producţie, scopul documentaţiei tehnologice de fabricaţie se rezumă la satisfacerea necesităţilor specifice privitoare la documentaţia tehnică, a secţiilor de producţie pentru realizarea fizică a pregătirii fabricaţiei şi execuţia propriu-zisă a produsului.

Dintre documentele ce se întocmesc la proiectarea tehnologică prin aprofundarea elementelor teoretice legate de aceasta, se ajunge la modificări substanţiale faţă de modul de lucru obişnuit [3] în ceea ce priveşte programul tehnologic de control şi desenul de execuţie.

Programul tehnologic de control are drept scop specific realizarea în concepţie unitară, pe baze ştiinţifice, a activităţii de verificare şi menţinere sub control a calităţii execuţiei, subordonată scopului de a materializa în produs calitatea de fond a documentaţiei tehnice, avînd în vedere un anumit grad de detaliere prevăzut pentru tehnologia de fabricaţie, dotarea cu utilaje şi SDV-uri (performanţe de precizie şi productivitate), pregătirea profesională a personalului muncitor (executant şi CTC-ist), ponderea personalului CTC faţă de totalul personalului direct productiv, existentă şi previzionată a se menţine pe parcursul execuţiei produsului precum şi gradul de disciplină tehnologică în secţii şi ateliere.

Pentru atingerea scopului specific, programul tehnologic de control trebuie să conţină :

— breviar de calcul funcţii de calitate pentru detaliere completă, întocmit de proiectantul produsului la nivel de proiect tehnic;
— estimarea şi rezultatele verificării practice a estimării toleranţelor naturale [7, pg. 23] şi [8] pentru parametrii componenţi ai funcţiilor de calitate;
— recalcularea funcţiilor de calitate avînd în vedere toleranţele naturale prin retolerarea în consecinţă a reperelor la nivel de desen de execuţie (fig. 1) :
— precizarea procesului tehnologic ce urmează să se adopte pentru obţinerea parametrilor componenţi ai funcţiilor de calitate corelat cu toleranţele naturale luate în calcul;
— precizarea nivelului de detaliere a operaţiilor de control şi a obligativităţii înregistrării valorilor efective pentru parametri componenţi ai funcţiilor de calitate;
— specificarea modului de menţinere sub control a celorlalţi parametri de calitate, parametri pentru realizarea cărora se lasă, de regulă, prin detalierea incompletă a procesului tehnologic la nivel de fişe tehnologice, libertate

din partea executantului de a decide asupra elementelor neprecizate.

Programul tehnologic de control, competent conceput, urmărindu-se în exclusivitate scopul specific precizat și avînd la bază funcțiile de calitate, are următoarele efecte colaterale deosebite :

— prin analiza produsului pe criterii funcționale, respectiv tehnologice pe care o conține, pune bazele întocmirii și aplicării unei tehnologii de execuție și montaj moderne cu productivitate și eficiență maxime, corelat cu condițiile concrete existente ;

— rezolvă în condiții de optim economic contradicția dintre calitate și preț de cost

Tehnologia de fabricație duce la modificarea desenului produsului finit prin :

— retolerarea reperelor datorită recalculării funcțiilor de calitate pe baza toleranțelor naturale ;

— modificarea cotării (inclusiv toleranțe) datorită trecerii de la cotarea funcțională la cotarea pe criterii tehnologice, avînd în vedere, în special, bazarea ;

— modificarea materialului, formei și/sau dimensiunilor și toleranțelor (în baza breviarului de calcul de dimensionare) din necesitatea de a crește tehnologicitatea reperelor ;

— reprezentarea reperelor în diferite etape ale procesului tehnologic de fabricație (desene

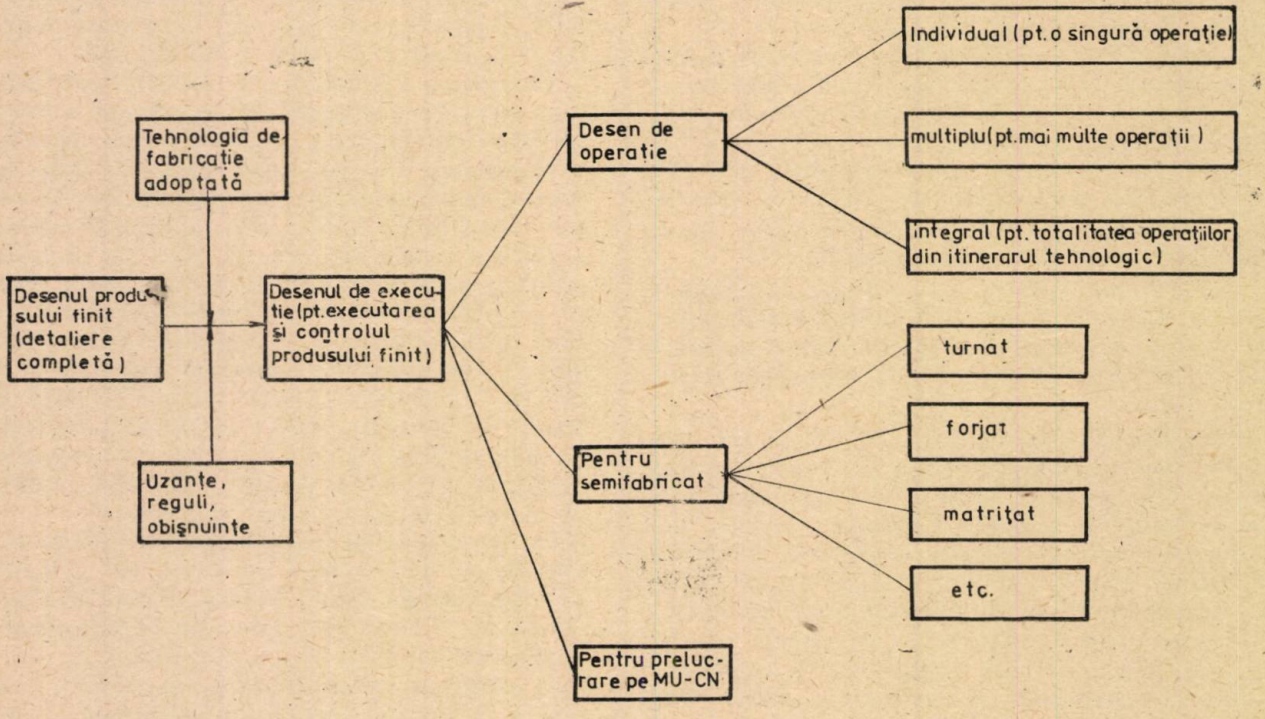



Fig. 1 Transformarea desenului produsului finit în desen de execuție

și anulează contradicția dintre controlul de calitate și productivitate, transformînd activitatea de CTC într-un factor net de creștere a producției întreprinderii fără a se afecta negativ calitatea produsului executat.

Întocmirea desenului de execuție (fig. 1) are ca scop specific transformarea, prin prisma tehnologiei de fabricație adoptate și a „uzanțelor" existente, a desenului produsului finit în documentație direct utilizabilă de către beneficiarii specifici (proiectant SDV, respectiv personal direct productiv, inclusiv personalul CTC din atelierele de producție) avînd în vedere necesitățile specifice ale acestora referitoare la documentația de execuție. Această transformare trebuie efectuată fără modificarea calității de fond a documentației primite.

pentru semifabricat și desene de operație, exclusiv desene de operație integrale) ;

— cotarea reperelor pentru prelucrarea pe mașini-unelte cu comandă numerică (M.U.—C.N.) ;

— explicitarea condițiilor tehnice, înscrise în desenul produsului finit prin trimitere la acte normative.

Uzanțele pot modifica desenul produsului finit prin aplicarea de ștampile de valabilitate, după caz, pentru prototip, serie zero, serie, număr comandă, an, export, alegere variante, înscrisuri suplimentare pentru a identifica diferite suprafețe etc.

## 5. Exemplificarea parțială a modului de utilizare a funcției de calitate

În cazul mașinilor-unelte de rectificat cu precizie ridicată, paralelismul suprafețelor de rulare a ghidajelor cu role în cruce reprezintă un parametru de calitate important al ansamblului de ordin inferior „Batiu superior-masă". Acest parametru intră cu pondere ridicată în funcțiile de calitate „Rezistența la uzură a ghidajelor", „Rigiditatea mesei" și „Forța de frecare la deplasarea mesei avînd o pretensionare dată".

În cazul de față, funcția de calitate reprezintă o precizie geometrică explicitată prin lanț de dimensiuni.

Schița lanțurilor de dimensiuni este prezentată în fig. 2.

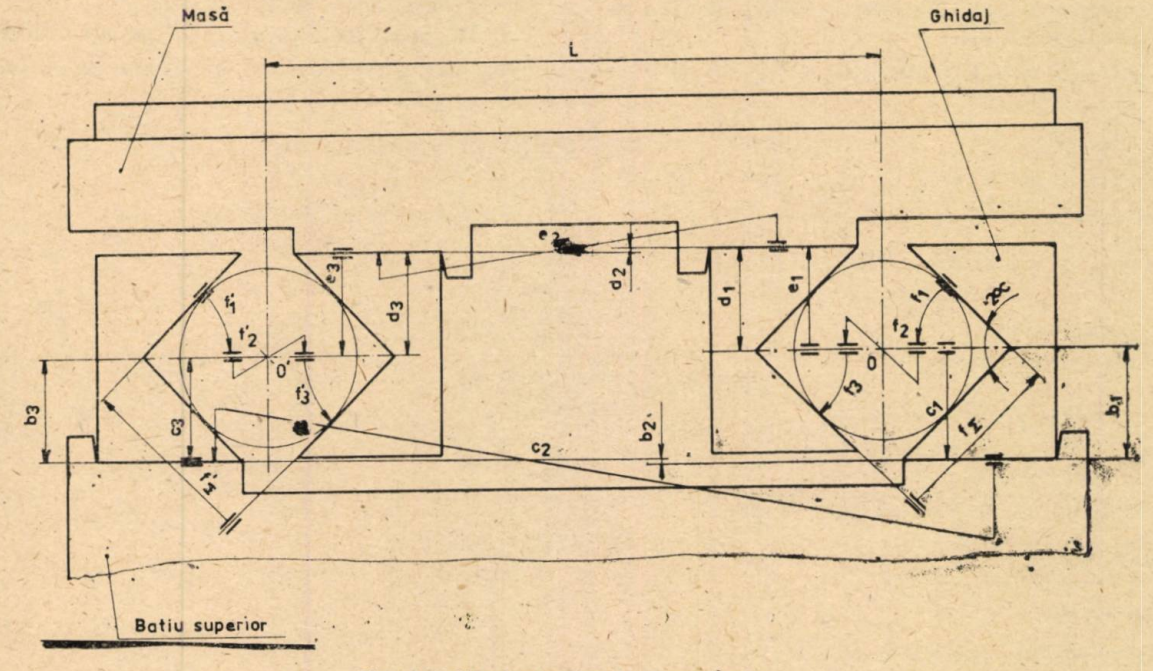



Fig. 2 Schița lanțurilor de dimensiuni

$f_2 = \beta_m - \beta_b$

$\beta_m = E_1 + E_m$; $\beta_b = C_1 - E_b$

$E_m = \arcsin \frac{(d+e')\Sigma}{L}$; $E_b = \arcsin \frac{(b+c')\Sigma}{L}$

$(d+e')_\Sigma = d_2 + e_2' + \underbrace{(d_3+e_3') - (e_1'+d_1')}_{\Delta h_m}$

$(d+e')_\Sigma = d_2 + e_2' + \Delta h_m$

$(b+c')_\Sigma = b_2 + C_2' + \underbrace{(b_3+C_3') - (C_1'+b_1')}_{\Delta h_b} =$

$= b_2 + C_2' + \Delta h_b$

$f_2 = e_1 - C_1 + \arcsin \frac{d_2+e_2'+\Delta h_m}{L} + \frac{b_2+C_2'+\Delta h_b}{L}$

Se notează $E_\Sigma = \arcsin \frac{d_2+e_2'+\Delta h_m}{L} + \arcsin \frac{b_2+C_2'+\Delta h_b}{L}$

$\boxed{f_2 = e_1 - C_1 + E_\Sigma}$

$f_2' = \alpha_b - \alpha_m$

$\alpha_b = C_3 + C_2 + E_b$; $\alpha_m = e_3 + e_2 - E_m$

$f_2' = (C_3 - e_3) + (C_2 - e_2) + \arcsin \frac{d_2+e_2'+\Delta h_m}{L} + \arcsin \frac{b_2+C_2'+\Delta h_b}{L}$

$\boxed{f_2' = (C_3 - e_3) + (C_2 - e_2) + E_\Sigma}$

$\boxed{f_\Sigma = f_1 - f_3 + f_2}$

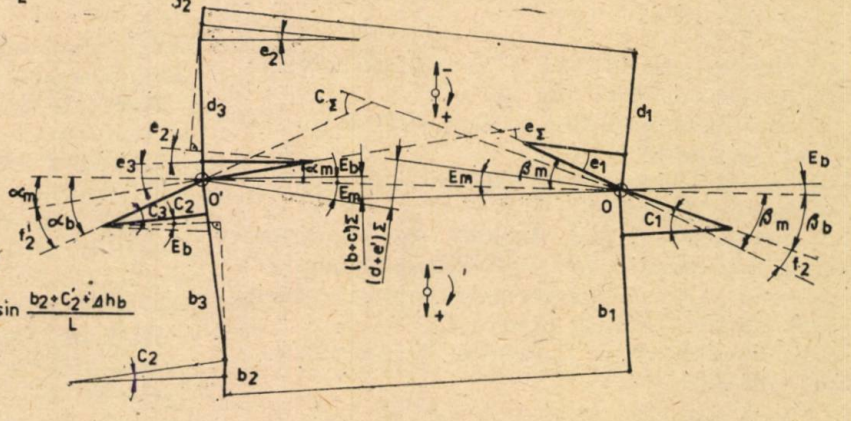


Fig. 3 Determinarea funcției de calitate. Varianta I

Se constată că valoarea elementului $f_2$ (respectiv $f_2'$) este determinată de elementele de închidere $b_\varepsilon$, $c_\varepsilon$, $d_\varepsilon$, $e_\varepsilon$ ale lanțurilor de dimensiuni respective.

Calculul valorii $f_2$ se face pentru secțiunile care trec prin centrele 0, 0′ și sînt perpendiculare pe linia centrelor, înlocuind unghiurile prin dimensiunile liniare ale catetelor respective (se notează cateta cu litera unghiului adăugîndu-se semnul „prim"). Se aproximează pentru unghiuri mici ipotenuza egală cu cateta alăturată unghiului.

Se disting două posibilități (fig. 3 și 4):

colectivitate statistică (condiții identice de prelucrare — montaj), la valori apropiate ale amplitudinii dispersiei.

*d*) Cazul din fig. 3 se realizează dacă:

— abaterile de la paralelism ale bisectoarei unghiului $2\alpha$ sînt de același sens pentru **toate patru** ghidajele;

— abaterile $c_2$ sau $e_2$, în cazul cînd au sensuri contrare abaterilor $c_3$ respectiv $e_3$, au valori mai mici decît acestea.

*e*) În cazul în care $\Delta h_m$ și $\Delta h_b$ au valori mici (realizate prin sortare), abaterile de la coplani-

$$f_2 = \beta_m + \beta_b$$

$$\beta_m = e_1 + E_m \; ; \; \beta_b = C_1 + E_b$$

$$E_m = \arcsin \frac{(d+e')_\Sigma}{L} \; ; \; E_b = \arcsin \frac{(b+c')_\Sigma}{L}$$

$$(d+e')_\Sigma = d_2 + e_2' + \underbrace{\frac{(d_3+e_3')}{\Delta h_m} - \frac{(e_1+d_1)}{\Delta h_m}}_{\Delta h_m} =$$

$$= d_2 + e_2' + \Delta h_m$$

$$(b+c')_\Sigma = b_2 + c_2' + c_1 - b_1 + b_3 - c_3' =$$

$$= b_2 + c_2' + \underbrace{\frac{(b_3-c_3')}{\Delta h_b} - \frac{(b_1-c_1')}{\Delta h_b}}_{\Delta h_b} =$$

$$= b_2 + c_2' + \Delta h_b$$

$$f_2 = e_1 + c_1 + \arcsin \frac{d_2 + e_2' + \Delta h_m}{L} + \arcsin \frac{b_2 + c_2' + \Delta h_b}{L}$$

$$\boxed{f_2 = e_1 + c_1 + E_\Sigma}$$

$$f_2' = \alpha_b + \alpha_m$$

$$\alpha_b = c_3 - c_2 - E_b \; ; \; \alpha_m = e_3 + e_2 - E_m$$

$$f_2' = c_3 + e_3 + (e_2 - c_2) - \left(\arcsin \frac{d_2 + e_2' + \Delta h_m}{L} + \arcsin \frac{b_2 + c_2' + \Delta h_b}{L}\right)$$

$$\boxed{f_2' = c_3 + e_3 + e_2 - c_2 - E_\Sigma}$$

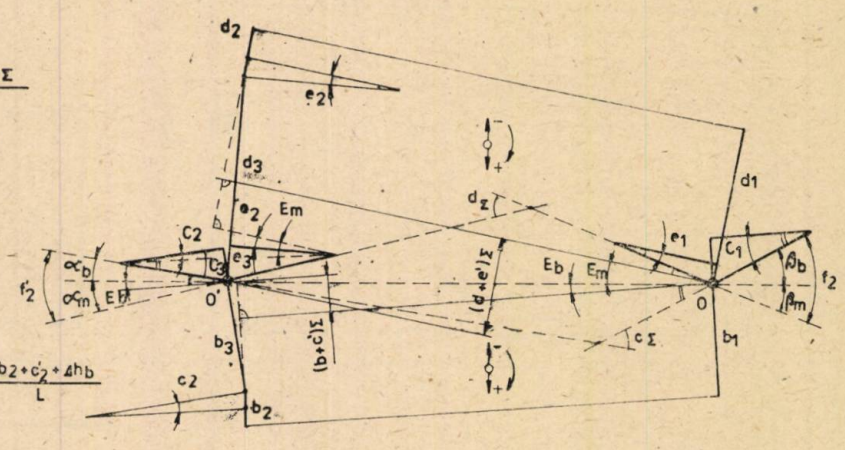



Fig. 4 Determinarea funcției de calitate. Varianta II

— vîrfurile unghiurilor $c_\varepsilon$ și $e_\varepsilon$ sînt de aceeași parte a axei centrelor (fig. 3).

— vîrfurile unghiurilor $c_\varepsilon$ și $e_\varepsilon$ sînt separate de axa centrelor (fig. 4).

Din calculul lanțurilor de dimensiuni rezultă următoarele observații:

*a*) Elementul $f_\varepsilon$ **nu depinde** de valoarea efectivă a unghiului $2\alpha$ al ghidajelor ci numai de diferența $(f_1 - f_3)$ dintre semiunghiurile ghidajelor pereche (similar pentru $f_\varepsilon'$).

*b*) Elementele $f_2$ și $f_2'$ rezultă în general de valori diferite.

*c*) Cazul din fig. 3 este favorabil față de cazul din fig. 2. prin următoarele avantaje:

— elementele $f_2$ și $f_2'$ **nu depind** de valoarea efectivă a abaterilor de la paralelism ($c_1$, $c_3$, $e_1$, $e_3$, $c_2$, $e_2$) ci numai de diferența acestor abateri pereche, $(e_1 - c_1)$, $(c_3 - e_3)$, $(c_2 - e_2)$;

— formulele de calcul pentru $f_2$ și $f$ sînt similare, ceea ce duce, pentru piese din aceeași

tatea suprafețelor batiului, respectiv mesei, devin preponderente în expresia $E_\varepsilon$.

Funcțiile de calitate și observațiile referitoare la acestea se utilizează în continuare pentru proiectarea tehnologică.

Pe considerente funcționale, abaterea de la paralelismul căilor de rulare, $f_\varepsilon$ și $f_\varepsilon'$, se limitează la 20″ pentru cazul utilizării rolelor scurte. (Valorile numerice prezentate au caracter orientativ).

Față de această limitare, pe baza estimării toleranțelor naturale, folosind metoda probabilistică sau metoda de maxim și minim [7] se rezolvă pe considerente tehnologice inecuațiile care derivă din funcțiile de calitate respective:

$$f_\varepsilon = \underbrace{(f_1 - f_3)}_{\text{max. } 3''} + \underbrace{f_2}_{\text{max. } 17''} \leqslant 20''$$

$$f_2' = \underbrace{(c_3 - e_3)}_{\text{max. } 3''} + \underbrace{(c_2 - e_2)}_{\text{max. } 3''} + \underbrace{E_\varepsilon}_{\text{max. } 11''} \leqslant 17''$$

$$E_\varepsilon = \text{arc sin} \frac{\overbrace{d_2 + e'_2}^{\text{max. 3 µm}} + \overbrace{\Delta h_m}^{\text{max. 1,5 µm}}}{160} +$$

$$+ \text{arc sin} \frac{\overbrace{b_2 + c'_2 + \Delta h_b}^{\text{max. 4,5 µm}}}{160} = \max \quad 11{,}6'' \cong 11''.$$

Pentru ghidaj, varianta tehnologică adoptată este prezentată în fig. 5 cu completările ce urmează :

$\max\ (e_1 - c_1) = \max\ (c_3 - e_3) = 6\ \sigma_{c_1}$

$T_{\Delta h} = k \cdot \Delta h_0$

$k = 1,2,3, \ldots\ldots, n$ ; $\Delta h_0 = \Delta h_m = \Delta h_b$ ; $T_{\Delta h} = 6\,\sigma_{\Delta h}$

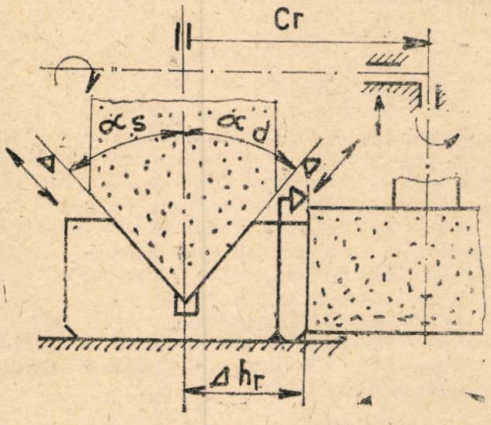



Fig. 5 Rectificarea ghidajului pe mașina de rectificat plan cu două capete de rectificare

Pentru un lot $r = 4k$, elementele de reglare $c_r$, $\Delta h_r$, $\alpha_s$, $\alpha_d$ se păstrează constante. Reglarea se face pe bază de piesă de probă cu cateta unghiului $\alpha \geqslant$ cateta unghiului $\alpha$ de la piesă.

Valorile $c_r$ respectiv $\alpha_s$, $\alpha_d$ se reglează astfel ca

$m_c - 3\sigma_c \geqslant \max\ (6\sigma_{c_2},\ 6\ \sigma_{e_2}) + \varepsilon_m$

S-au folosit următoarele notații :

$\sigma$ abaterea medie pătratică a dispersiei dimensiunii respective ;

$m$ media dispersiei respective

$\varepsilon_m$ eroarea de măsurare a abaterii $c_1$ la piesa de probă.

Se vor folosi discuri abrazive de duritate mare (fără autoascuțire).

Se vor prescrie prin tehnologie măsurile care trebuie respectate pentru diminuarea valorilor $\sigma_{c_1}$ și $\sigma_\alpha$ (prelucrare de precizie), inclusiv măsurile ce trebuiesc luate pentru o ascuțire de calitate a discurilor abrazive.

La montaj, pentru o mașină se vor asambla ghidaje din grupe $k$ apropiate pentru reducerea influenței erorilor sistematice cu variații legice dependente de timp.

Se vor detalia la nivel de file de operații de control verificarea următorilor parametri :

— $c_r$ respectiv $\alpha_s$, $\alpha_d$ și menținerea în timp a reglajului mașinii prin măsurarea piesei de probă ;

— $\sigma_{c_1}$ (estimare pe baza măsurării piesei de probă) ;

— $\Delta h_0$ măsurare în vederea sortării ;

Restul elementelor pentru proiectarea tehnologică aferente reperelor „Masă" și „Batiu superior" nu se mai prezintă nefiind esențiale pentru această exemplificare.

## 6. Concluzii

Utilizarea funcțiilor de calitate la rezolvarea tehnologică a unor probleme de calitate dificile este de neînlocuit în cazul unei producții industriale moderne.

Prin posibilitatea dată tehnologului de a realiza interdependențe între caracteristici de calitate cu influențe contrare asupra parametrului de calitate al ansamblului se pot realiza mașini-unelte de precizie înaltă utilizînd repere cu abateri relativ mari deci ușor de realizat.

Aplicarea funcțiilor de calitate pe fluxul concepție-producție reprezintă o dezvoltare spre condiții de limită a metodelor cunoscute de rezolvare a lanțurilor de dimensiuni și totodată o extindere a acestor metode la toate caracteristicile de calitate critice și majore ale unui produs.

Legarea în relație matematică bine definită a caracteristicii de calitate a produsului și a parametrilor de calitate ai reperelor de care aceasta depinde reprezintă siguranța cunoașterii și stăpînirii problemelor de calitate ale produsului indiferent de seria de fabricație a lui. De aceea, această structurare pe funcții matematice a produsului sub aspect calitativ efectuată la finele etapei de proiectare „Documentație de studiu", pe lîngă înlăturarea posibilității de a apare erori de concepție funcțională, crează premisele pentru realizarea sistemică a fluxului concepție-producție și pentru dezvoltarea unor proiectări tehnologice pentru execuție și menținerea sub control a execuției pe baze științifice.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Peteanu, V., Ungureanu, T., Jeican, C.* Conducere și informatică. Editura „Dacia", Cluj-Napoca, 1975

[2] *Bolchiș, V.*,. Calitatea și controlul calității documentației tehnice. Procedură cadru. Intreprinderea de mașini-unelte, accesorii și scule, Baia Mare, 1988

[3] * * * STAS 6269—80 Documentație tehnică în construcția de mașini. Clasificare.

[4] * * * STAS 415—80 Desene tehnice. Clasificare.

[5] * * * STAS 188—87 Reguli generale de cotare în desenul industrial.

[6] *Lăzărescu, I.D.*, ș.a. Cotarea funcțională și cotarea tehnologică. București, Editura Tehnică, 1973

[7] *Lăzărescu, I. și Steiu*, C.E. : Toleranțe, ajustaje, calculul cu toleranțe, calibre, București, Editura Tehnică, 1984

[8] * * * Legea nr. 4 din 29 iunie 1989 privind asigurarea și controlul calității produselor și serviciilor. Buletinul Oficial al Republicii Socialiste România, nr. 24 din 5. iulie 1989.

[9] *Iliescu, D.V.* și *Vodă, V. Gh.* : Statistică și toleranțe București, Editura Tehnică, 1977.

# Metoda de caracterizare a coloranţilor de dispersie

*LUCREŢIA VASILIU* MARINA ROZMARIN**, MARIOARA GAVRILAŞ****

**REZUMAT**

Solicitările termice şi mecanice mari la care sînt supuse dispersiile de colorant în procesul vopsirii firelor poliesterice la temperaturi ridicate necesită cunoaşterea comportării dispersiei în procesul de vopsire. Metoda de analiză descrisă şi utilizată în laboratoarele CFS Iaşi este simplă, rapidă, accesibilă tuturor laboratoarelor de specialitate. Ea constă în filtrarea unor dispersii de colorant, pregătite conform condiţiilor de lucru din tehnologia de vopsire, la temperatura camerei şi la temperaturi mai ridicate. Rezultatele obţinute cu această metodă sînt în concordanţă cu rezultatele obţinute pe aparatură complexă. La producătorii şi consumatorii de coloranţi, această metodă poate fi folosită pentru controlul fabricaţiei şi analiza de recepţie a coloranţilor.

**Résumé**

Les fortes sollicitations thermiques et mécaniques à lesquelles sont soumises les dispersions du colorant dans le processus de teinture des fibres polyesters aux hautes temperatures necessitent la connaissance du comportement de la dispersion dans le processus de teinture. La méthode d'analyse décrite par nous et utilisée dans les laboratoires CFS Iaşi est simple, rapide, accessible pour tous les laboratoires de spécialité. Elle consiste à la filtration de quelques dispersions de colorant préparées conformément aux conditions de travail dans la technologie de teinture, à la temperature de la chambre et aux plus hautes temperatures. Les résultats obtenus par cette méthode sont en concordance avec les résultats obtenus par un appareillage complexe. Aux producteurs et consommateurs de colorants cette méthode peut être utilisée pour le contrôle de la fabrication et l'analyse de reception des colorants.

**Abstract**

The larger thermal and mechanical stresses to which the dye dispersions are exposed in the process of polyester fibres dyeing at high temperatures necessitate the knowing of dispersion behaviour during the dyeing procedure. The method of analysis described by us and used at the CFS Iaşi laboratories is simple, quick, accessible for all the laboratories of the speciality. It consists in filtering some dye dispersions prepared according to the working conditions of the dyeing technology at room or higher temperature. The results obtained by this method are in accordance with those obtained by a complex equipment. At the producers at consumers of dyes this method can be used for fabrication control and dye reception analysis.

Solicitările mari la care sînt supuse dispersiile de coloranţi în procesul de vopsire necesită o bună finisare a coloranţilor, cunoaşterea comportării dispersiilor în proces, precum şi selecţionarea corespunzătoare a auxiliarilor de vopsire.

Pentru caracterizarea dispersiei de colorant privind comportarea acestuia în procesul de vopsire se cunosc mai multe metode :

— metoda filtrării colorantului în dispersie apoasă sub vacuum ;

— metoda filtrării sub presiune ;

— metoda celulei de polimer ;

— metoda colorimetrării flotelor de vopsire ;

— metoda centrifugării dispersiilor de colorant.

Pentru analiza şi recepţia coloranţilor de dispersie utilizaţi la vopsirea firelor poliesterice, conform normei de fabricaţie, coloranţii se caracterizează prin : aspect, nuanţă, concentraţie şi testul de filtrare.

Din experienţa noastră şi a altor producători şi consumatori de coloranţi, acest nivel de caracterizare nu este satisfăcător.

Astfel, testul de filtrare se referă în exclusivitate la starea colorantului, la faptul potrivit căruia hîrtia de filtru rămîne curată sau reţine urme de colorant.

În condiţiile procesului de vopsire, dispersia colorantului se poate modifica, în sensul că particulele de colorant se aglomerează, ceea ce conduce la vopsire cu abatere de nuanţă între şarje, cu diferenţe de nuanţă între interiorul şi exteriorul bobinelor, cu depuneri de colorant pe suprafaţa firelor.

Aceste diferenţe se pot îndepărta numai parţial prin operaţia de tratare reductivă.

Sînt semnalate foarte frecvent şarje cu filtrări de colorant, şarje care nu mai pot fi recuperate nici printr-un proces de revopsire sau tratare reductivă.

Datorită greutăţilor întîmpinate în practica industrială s-a propus să se găsească o metodă de analiză rapidă, accesibilă oricărui laborator coloristic, care să exprime comportarea dispersiei de colorant în timpul procesului de vopsire.

* Centrul de Cercetări Fibre Chimice Iaşi

** Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate, filiala Iaşi

*** Combinatul de Fibre Sintetice Iaşi

În general, metodele cunoscute sînt laborioase, necesită aparatură complicată, uneori chiar complexă.

Metoda propusă pentru studiul dispersiilor de coloranţi este o metodă simplă, rapidă şi reproductibilă.

Principiul metodei se bazează pe filtrarea unei dispersii apoase de colorant la temperatura camerei şi succesiv la valori mai mari de temperatură, urmată de examinarea vizuală comparativă a zonei de pipetare cu cîmpul hîrtiei de filtru.

### Mod de lucru

Se prepară o dispersie de 4,0 g/l colorant de analizat, adăugînd 1,0 g/l Dispersil VS, controlînd pH-ul dispersiei la valoarea de 4,5...5,0 cu acid acetic.

Din această dispersie se preia o cantitate de 0,5—1,0 ml şi se pipetează în centrul unei hîrtii de filtru Filtrak nr. 388, aşezată pe gura unui pahar de colectare a dispersiei.

Prin această „filtrare" dispersia colorantului migrează în cîmpul hîrtiei de filtru.

Operaţia se face succesiv la temperatura camerei, la temperaturi diferite (60°C;80°C;100°C) şi după menţinerea dispersiei la temperatura de 100°C timp de 10 min.

De regulă, la pipetare se utilizează probe de 0,5 ml din dispersia de analizat, deoarece filtrînd cantităţi mai mari, conturul zonei de pipetare se lărgeşte pînă la marginile hîrtiei de filtru, eliminînd posibilitatea de comparaţie.

### Interpretarea rezultatelor

Un colorant cu o dispersie bună migrează uniform pe hîrtia de filtru; zona pipetării probei de dispersie nu diferă de nuanţă şi intensitate de cîmpul hîrtiei filtrante.

Cu cît zona de pipetare devine mai închisă în intensitate şi are un contur diferit de cîmpul hîrtiei filtrante, dispersia de colorant în timpul procesului de vopsire pierde din stabilitate, accentuîndu-se tendinţa de aglomerare a colorantului cu toate influenţele negative ce decurg din aceasta.

În anexele următoare sînt prezentate cromatogramele pe hîrtie a dispersiilor de colorant la temperaturi de 20°C; 80°C; 100°C (pentru colorantul Albastru de dispersie 2R lotul 52 şi lotul 178).

Din analiza cromatografică pe hîrtie se constată că pentru acelaşi colorant, loturile se comportă diferit în procesul de vopsire. Lotul 52 prezintă o comportare bună a dispersiilor, iar la lotul 178, odată cu creşterea temperaturii, dispersia prezintă fenomenul de aglomerare a colorantului.

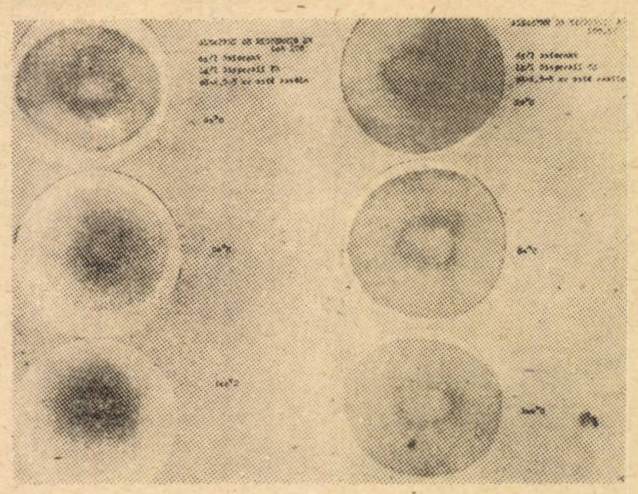


Fig. 1

Aglomerarea particulelor de colorant în cazul vopsirii în bobină poate fi pusă în evidenţă prin razele din interiorul spre exteriorul bobinelor.

La vopsirea „în bucată" fenomenul se manifestă sub formă de puncte, de pete colorate mai intens pe suprafaţa materialului.

### Aplicaţii ale metodei

Metoda descrisă mai sus poate fi aplicată la:

— verificarea calităţii colorantului în procesul de finisare şi selecţionare la producătorii de coloranţi;

— recepţia coloranţilor la consumatori;

—testarea influenţei diferiţilor auxiliari de vopsire (agenţi de dispersie, egalizatori, stabilizatori, acceleratori) asupra dispersiilor de coloranţi.

Metoda este simplă, rapidă, fiind accesibilă oricărui laborator coloristic. Rezultatele determinărilor se corelează perfect cu datele obţinute prin metode mai complexe.

Apreciem că rezultatele metodei sînt selective, perfect reproductibile, în strînsă corelaţie cu compoziţia şi comportarea industrială a colorantului.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Derbyshire A.N., Milles* W.P., *Shore J.* J.S.D.C. — 88, nr. 11, p. 389—394;

[2] *Glenz O.*: Melliand Textilberichte, 40, 1959, p. 413;

[3] *Heimann S.*: Prezeglad Wlokienniczy, nr. 11, 1979, p. 636—639;

[4] *Leube H., Uhrig H.*: Textil Veredlung 9, 1974, nr. 3 P. 97—106;

[5] *Prikry J., Ruzicka, J. Burgert J.*: J.S.D.C., oct. 1979, p. 349—351;

[6] *Schönpflug E.*: Melliand Textilberichte nr. 3/1979, p, 244—249.

# Evaluarea calităţii prin metoda demeritelor

*ION MARTALOGU**

**REZUMAT**

Un mijloc de analiză a calităţii care permite determinarea nivelului de calitate la un produs este prezentat de autor prin „Cotarea demerite". Această metodă de cumulare a punctelor de penalizare pentru ansambluri de o anumită complexitate, unde măsurările şi verificările devin greoaie, costisitoare sau imposibile, devine o soluţie ce se practică din ce în ce mai des. Sistemul este prezentat ca metodă şi localizat la I.A. Piteşti.

**Résumé**

Un moyen d'analyse de la qualité permettant la détermination du niveau de qualité d'un produit est présenté par l'autor en „L'action de coter demerites". Cette méthode de cumuler les points de penalisation pour des ensembles d'une certaine complexité ou les mesurages et les vérifications deviennent encombrantes on impossibles, devient une solution qui se pratique de plus en plus souvent. Le système est présenté comme méthode et localisé au I.A. Piteşti.

**Abstract**

By „Demerits quotation" a quality analysis instrument allowing the determination of a product quality level is presented by the author. This method of penalty points cumulation, for assemblies of a certain complexity, where measurements and verifications become cumbersome, expensive or imposible, proves itself to be a practical solution which is being practiced more and more often. The system is presented as a method and localized at the I.A. Piteşti.

## 1. Principii generale

Dacă parametrii funcţionali şi de performanţă pot fi consideraţi ca noţiuni obiective, calitatea, în general, înglobează o multitudine de factori subiectivi. Subiectivitatea creşte odată cu complexitatea produsului. În căutarea de noi metode de evaluare a nivelului de calitate la un moment dat a produsului, unii producători s-au oprit la sistemul Demerite.

Această metodă de cumulare a punctelor de penalizare pentru ansambluri de o anumită complexitate unde măsurările şi verificările devin greoaie, costisitoare sau imposibile, devine o soluţie, ce se practică din ce în ce mai des.

În principal, prin această metodă se verifică calitatea de conformitate a operaţiilor de montaj şi asamblare.

## 2. Scopul cotării

Cotarea demerite permite determinarea nivelului de calitate la un produs şi trebuie înţeleasă ca un mijloc de analizare a calităţii. Această metodă nu se aplică pentru a critica produsul ci, pe baza cunoaşterii nivelului de calitate, se pot orienta acţiunile de ameliorare prin măsuri constructive, tehnologice şi organizatorice.

Aplicarea acestei metode de evaluare a calităţii presupune îndeplinirea următoarelor condiţii pentru a fi eficientă :

— documentaţie completă şi cît mai simplu formulată ;

— personalul care efectuează cotarea să posede cunoştinţele necesare cu privire la produs, tehnologia de asamblare, vopsire, reglaje etc ;

— cel care efectuează cotarea trebuie ferit de influenţe de orice natură pentru a se păstra imparţialitatea ;

— receptivitatea factorilor cu atribuţii în efectuarea corecţiilor şi ameliorărilor pentru a se ajunge la stabilitatea calitativă a producţiei ;

— existenţa unui sistem de control care să asigure calitatea componentelor înglobate în produs ;

— produsele la care urmează să se efectueze cotarea demerite sînt numai acele produse care au fost deja promovate de C.T.C., deci se verifică şi eficienţa controlului ;

— limitarea timpului de efectuare a cotării demerite, funcţie de complexitatea produsului, pentru a se putea obţine rezultate comparabile.

## 3. Documentaţia necesară

Documentaţia tehnică de bază este tehnologia de fabricaţie şi control pentru fiecare produs la care se execută cotarea demerite.

Documentaţia specifică cotării demerite se elaborează de către Compartimentul de Metode de Control în colaborare cu Serviciul CTC.

În baza unui inventar de neconformităţi a căror frecvenţă şi posibilitate de a fi găsite în faza finală, se concepe o grilă de cotare pentru fiecare produs ce face obiectul cotării. Aceste grile fixează ponderea fiecărui defect funcţie de gravitatea sa, şi este necesară pentru a nu se permite celui care efectuează cotarea demerite să puncteze eventualul defect în mod arbitrar. (În anexă, 1 exemplu de grilă cotare demerite).

Punctajul de penalizarea se stabileşte după cum urmează :

* Intreprinderea de Autoturisme Piteşti

| Serviciul C.T.C. Laboratoare | 1/14 |
|---|---|

**TRANSMISIE ASAMBLATA DACIA 1300**

| NUMELE OPERATORULUI | DATA DEMONTARII |
|---|---|
| | |

# COTARE DEMERIT

| Tipul de defecte | Nr. de 3 puncte | Nr. de 5 puncte | Nr. de 15 puncte | Nr. de 55 puncte | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| DIMENSIONALE | | | | | |
| ASPECT | | | | | |
| JOCURI | | | | | |
| TOTAL | | | | | |

| DEMERIT | |
|---|---|

**OBSERVATII: Nivelul de punctaj = 20 puncte**

CODUL DEMERITULUI

3PUNCTE - DEFECT CRITICABIL FARA A CERE RETUSUL, PE CARE, CLIENTUL OBISNUIT NU-L VA RECLAMA, IN GENERAL, DAR CARE NECESITA O ACTIUNE DE ATELIER PENTRU CA SE APROPIE DE LIMITA INACCEPTABILA.

5PUNCTE - IMPLICA RETUSUL. VA FI VAZUT SI CRITICAT DE MAJORITATEA CLIENTILOR.

15PUNCTE - DEFECT MARE (5 PUNCTE) PENALIZAT CU 10 PUNCTE DIN CAUZA URMARILOR SALE ASUPRA VIETII PIESEI SAU ASUPRA COSTULUI RETUSULUI

55PUNCTE - TOATE DEFECTELE CARE RISCA SA PRODUCA VATAMARI CORPORALE CONDUCATORULUI, PASAGERILOR SAU PERSOANELOR DIN APROPIERE

| DATA | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | Elaborarea Demerit | 18.02.1980 | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| Conceput: Ing. Nițu Lucian | Desenat: Ciocănea Nicolae |
|---|---|

Fig. 1

| VERIFICARI MECANICE | | | MASINA OPRITA | | | | | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ORGANE | | DEFECTE | Înainte încercării | După încercare | 3 pcte | 5 puncte +0 | PENALIZARE +10 | +50 |
| **MOTOR** | | | | | | | | |
| APRINDERE | 701 | Punct de avans ... Separat | | | | | | |
| FIXARE | 702 | Organe, echipament motor | | | | | | |
| POZITIONARE | 703 | Capacitate: aer, apă, ulei | | | | | | |
| SI STRINGERE | 704 | Cablaj și aprindere | | | | | | |
| APARENT | 705 | Deschidere incompletă clapetă și compresor | | | | | | |
| CARBURATIE | 706 | Planeitate garnitură | | | | | | |
| PIERDERE ULEI | 707 | Filtru ulei | | | | | | |
| | 708 | Paliere | | | | | | |
| PIERDERE APA | 709 | Pompă apă - umplere | | | | | | |
| | 710 | Umplere - Carburator - Pompă - Rezervor | | | | | | |
| ESAPAMENT | 711 | Pierdere | | | | | | |
| | 712 | Poziționare | | | | | | |
| | 713 | Strîngere | | | | | | |
| **AMBREIAJ-CUTIE-PUNTE** | | | | | | | | |
| DIVERSE | 714 | Fixare | | | | | | |
| | 715 | Strîngere suruburi | | | | | | |
| | 716 | Nivel C.V. mec. ... C.V. auto ... Punte | | | | | | |
| | 717 | Gardă furcă ... Planseu | | | | | | |
| PIERDERE ULEI | 718 | Planeitate garnituri | | | | | | |
| | 719 | Ieșiri | | | | | | |
| **FRINE** | | | | | | | | |
| SECURITATE | 720 | Poziționare flexibile | | | | | | |
| | 721 | Poziționare conducte | | | | | | |
| | 722 | Pierde lichid la racoarde | | | | | | |
| **DIRECTIE** | | | | | | | | |
| FIXARE SI POZITIONARE | 723 | Pierderi - Nivel | | | | | | |
| | 724 | Fixare carter | | | | | | |
| | 725 | Verificări bielete și leviere de conexiune | | | | | | |
| **TRENURI = F + S** | | | | | | | | |
| PARALELISM | 726 | La gol față | | | | | | |
| RULMENTI | 727 | La gol spate | | | | | | |
| | 728 | Strîngere piulite roți | | | | | | |
| | 729 | Joc la roți | | | | | | |
| FIXARI | 730 | Tren față | | | | | | |
| SCURGERI | 731 | Transmisii | | | | | | |
| | 732 | Tren spate | | | | | | |
| | 733 | Transmisii sau trompete O sa ST | | | | | | |
| | 734 | Maiouri F și S | | | | | | |
| **SUSPENSIE** | | | | | | | | |
| AMORTIZOARE | 735 | Fixare față | | | | | | |
| | 736 | Fixare spate | | | | | | |
| | 737 | Pierde lichid F.O. ... F.S. ... S.O. ... S.S. | | | | | | |
| **LUMINI** | | | | | | | | |
| REGLAJ | 738 | Funcționare comandă (a distanță) | | | | | | |
| FARURI | 739 | Fază lungă prost reglată: prea sus - prea jos | | | | | | |
| | 740 | Fază lungă prost reglată: convergent - divergent | | | | | | |
| **SUB CAROSERIE** | | | | | | | | |
| | 741 | Etanșeitate | | | | | | |
| | 742 | Strîngere | | | | | | |
| | 743 | Oxidare | | | | | | |
| | 744 | Deformări | | | | | | |
| | 745 | Protecție sub caroserie | | | | | | |
| Număr defecte VERIFICARI MECANICE → | | | | | | | | |

- 3 puncte — defect care în general va fi admis de client. Este sesizat numai de specialist. Nu se impun retușuri.
- 5 puncte — defect important pe care cea mai mare parte din clienți îl reclamă și care impune retușul de fiecare dată cînd este posibil.
- 15 puncte — este cazul defectului grav inadmisibil care va fi descoperit imediat de toți clienții.
- 55 puncte — defect de securitate.

Aceste defecte se împart pe următoarele capitole:

— aspect;
— utilizare;
— zgomot;
— etanșeitate.

Dacă o singură anomalie antrenează mai multe defecte din rubrici diferite și acestea provin în mod sigur din aceeași cauză, defectul nu este cotat decît pentru originea sa.

Exemplu: reglarea unei capote portbagaj poate antrena un defect în trei rubrici:

— aspect: ușă nealiniată;
— zgomot: fluierat al aerului;
— etanșeitate: pătrunde apă în portbagaj.

În cadrul I.A. Pitești sistemul de cotare demerite se aplică încă din anul 1973. În prezent se aplică pentru:

— autoturisme — toate tipurile;
— caroserie asamblată;
— caroserie vopsită;
— motoare;
— cutii viteză;
— punți față/spate;
— planetare și mecanism ambreiaj;
— platou frînă/frînă disc.

### 4. Personalul ce execută cotarea demerite

Încadrarea personalului care efectuează controlul demerite se face ținîndu-se cont de faptul că se cuprinde și activitatea CTC. Se recomandă să se creeze o grupă de inspecție în subordinea directă a Șefului de Serviciu C.T.C. La I.A. Pitești acești controlori sînt încadrați în cadrul Biroului de Urmărire și Analiza Calității.

Numărul controlorilor este determinat de numărul produselor ce urmează a fi cotate. În cazul autoturismelor de la IAP, prin această metodă se verifică 1 ... 2% din producția realizată. În cazul subansamblelor și organelor mecanice este necesar cîte un controlor în fiecare secție unde se aplică această metodă.

### 5. Prezentarea produselor cotate la demerite

După cotare, autoturismele se prezintă spre analiză secțiilor, zilnic la orele 13. Defectele sînt notate pe fișa de constatare demerite și se arată pe viu șefului de secție, șefului de grupă tehnologi și șefului de grupă CTC din fiecare secție.

La această analiză, scurtă, discuțiile pot fi contradictorii, de aceea trebuie să participe periodic și cadre de conducere, pentru arbitrare și pentru a feri de presiuni controlorul care a efectuat cotarea. Prezența unui cadru de conducere este necesară și pentru impulsionarea luării măsurilor ce se impun. Cercetarea cauzelor care au condus la apariția defectelor se face de către organele CTC din secție împreună cu tehnologii și conducerea secției respective. Numai în caz de litigiu se recurge la folosirea mijloacelor de control și verificare cu care sînt dotate secțiile.

Corectarea proceselor de fabricație și înlăturarea cauzelor care generează defecte este stimulată prin dorința de încadrare în baremul stabilit fiecărei secții, barem funcție de care se impun penalități sau, după caz, stimulente.

Zilnic, situația punctajului demerite pe autoturism și subansamblurile sale se înaintează factorilor de răspundere din secțiile unde au fost găsite defecte de calitate pentru luarea măsurilor de eliminare a acestora.

Săptămînal în cadrul Serviciului CTC are loc o analiză a situației punctajului demerite la care participă toți șefii de grupă CTC, care trebuie să prezinte măsurile concrete luate în fiecare secție, în vederea încadrării în limita admisă.

### 6. Metodologia cotării demerite

Aceasta descrie cronologia riguroasă a operațiilor de efectuat pentru a se asigura examinarea completă a produsului supus cotării demerite. Sînt precizate condițiile de verificare:

— norme de iluminare a spațiului de cotare;
— reguli de observare pentru a aprecia defectele de aspect (tinichigerie — vopsea);
— verificarea și condițiile de încercare.

Produsele ce vor fi supuse cotării vor fi numai acelea care au fost promovate de controlul final. Punctele intermediare de control amplasate după tehnologie sînt filtre care asigură în bună parte o stabilitate a fabricației.

Existența fișelor de însoțire a produsului permit identificarea precisă a executantului, precum și a controlorului care a promovat fără să observe anumite defecte ce se regăsesc pe autoturismul cotat. Metoda asigură deci păstrarea unui grad de existență corespunzător.

Timpul de executare a cotării demerite se impune a fi stabilit în prealabil pentru a putea

obţine date comparabile. Defectele de aspect se cotează după principiul că ele se observă, nu se caută cu tot dinadinsul.

Prin documentaţie se prevăd zone de importanţă pe produs. Exemplu : în compartimentul motor şi portbagaj defectele de vopsire se apreciază diferenţiat în comparaţie cu suprafeţele exterioare expuse observării continue.

### 7. Concluzii

Sistemul de cotare demerite este un instrument pus la dispoziţia factorilor de răspundere din cadrul unei întreprinderi care, în urma informaţiilor pe linie de calitate primite pot lua măsurile necesare pe fluxul de fabricaţie, în vederea eliminării tuturor deficienţelor şi cauzelor care le generează.

# Unele probleme cu privire la patologia construcţiilor

ALEXANDRU DUMA *

**REZUMAT**

În lucrare se tratează problema patologiei construcţiilor : activităţi, scop, prevenire. Se prezintă evoluţia activităţilor de patologie în ţările europene, precum şi atenţia deosebită ce trebuie să i se acorde în România datorită volumului mare de construcţii ce se prezintă cu un grad mare de uzură.

**Résumé**

Dans l'ouvrage on traite la problème de la pathologie des constructions : activités, buts, prévention. On présente l'évolution des activités de pathologie dans les pays européens, ainsi que l'attention particuliere qu'on y doit accorder en Roumanie dû au grand volume des constructions qui se présentent avec un degré avancé d'usure.

**Abstract**

In the paper the problem of constructions pathology : activities, aim, prevention — are discussed, The evolution of pathology activities in european countries as well as the special care to be given to this problem in Romania because of the large number of constructions with an advanced degree of wearout, are presented.

Patologia construcţiilor cuprinde complexul de activităţi ce concură la menţinerea parametrilor tehnici necesari exploatării în deplină siguranţă a construcţiilor, pe toată durata de viaţă a acestora.

Scopul principal al „patologiei" este de a determina aplicarea experienţei acumulată în timp pentru îmbunătăţirea parametrilor tehnico-calitativi şi funcţionali ai construcţiilor.

De la început, trebuie precizat că noţiunea de „patologie a construcţiilor", folosită curent în literatura de specialitate pe plan mondial şi pe care este recomandabil să o folosim şi noi în viitor, include noţiunile de „urmărirea comportării în timp" şi de „supraveghere curentă a stării tehnice", folosite de noi, dar are un înţeles mult mai cuprinzător.

### I. Activităţi principale

Patologia construcţiilor presupune următoarele activităţi de bază :

1. *Activitatea de obţinere a informaţiei patologice* se realizează prin inspectarea stării tehnice a structurilor de rezistenţă în ansamblu precum şi a elementelor structurale şi nestructurale a construcţiilor rezultatul acesteia fiind :

*a*) descrierea defectelor constatate şi

*b*) determinarea cauzelor acestora.

2. *Activitatea de prelucrare a informaţiei patologice* se concretizează în :

*a*) *stabilirea gradului de uzură a construcţiilor şi a măsurilor imediate necesare siguranţei în exploatare.* Activitatea se desfăşoară pe baza elementelor rezultate din informaţiile primare iar în funcţie de gravitatea şi complexitatea defectelor se efectuează deobicei prin analiza de ansamblu a stării tehnice.

Atunci cînd defectele constatate sînt grave şi de complexitate deosebită şi prin existenţa lor diminuează sensibil parametrii tehnici de rezistenţă şi stabilitate, astfel încît construcţiile nu mai pot fi exploatate în deplină siguranţă, se efectuează expertize tehnice aprofundate.

Analiza, şi în mod deosebit expertiza tehnică stabilesc gradul real de uzură şi indică măsurile tehnice şi organizatorice imediate necesare folosirii în siguranţă şi diminuării influenţei factorilor ce uzează prematur construcţiile cum sînt : instrucţiuni tehnice de exploatare, efectuarea lucrărilor de întreţinere, sprijiniri provizorii, restricţii de circulaţie şi

* Inspecţia de Stat pentru Calitatea Construcţiilor

de încărcare a planşeelor, reparaţii imediate ale instalaţiilor tehnologice prin care circulă agenţi corozivi, eliminarea supraîncărcărilor acoperişurilor sau planşeelor etc.

Activitatea de prelucrare a informaţiilor primare se concretizează, de asemenea, în :

*b) elaborarea proiectelor de reparaţii şi consolidări.*

Numai pentru construcţiile cu defecte grave, la care expertizele tehnice stabilesc că structurile de rezistenţă au un grad avansat de uzură şi nu mai pot fi folosite în siguranţă deplină.

În concluzie putem spune că patologia construcţiilor are 2 laturi principale :

— informaţia patologică care este furnizată deobicei de experţi ;

— punerea în aplicare a informaţiei care se realizează de unităţi specializate sau specialişti independenţi, care este bine să fie coordonaţi de grupele de experţi ce au furnizat informaţiile primare.

3. *Activitatea de prevenire*

Este activitatea cea mai importantă, ce are la bază analiza sistematică a tuturor defectelor de concepţie, execuţie şi exploatare, constatate de specialişti din verificări directe sau rezultate din expertizele tehnice. Rezultanta acestei activităţi este îmbunătăţirea factorului de durabilitate iniţial al ansamblului construcţiei.

Pentru o analiză cît mai folositoare a cauzelor defectelor este necesar să se constituie „bănci de date" distincte pe categorii de lucrări, tipuri de defecte, categorii de construcţii, influenţa noncalităţii asupra durabilităţii construcţiilor, manifestată în faza de concepţie, execuţie, exploatare etc.

Cauzele ce conduc la noncalitate pot fi, în general :

— insuficienţa prevederilor documentaţiilor tehnice de proiectare, execuţie şi/sau exploatare. În acest caz activităţile menţionate pot şi trebuie să determine prin îmbunătăţirea documentaţiilor tehnice ;

— slaba cunoaştere a documentaţiilor tehnice sau uneori chiar incompetenţa, situaţie în care rezultatul activităţilor se materializează prin informarea şi determinarea celor interesaţi în adoptarea măsurilor organizatorice şi administrative adecvate înlăturării fenomenului de noncalitate.

Totodată, pentru desfăşurarea unei activităţi preventive eficiente este necesară elaborarea şi publicarea unor „recomandări" privind „terapeutica" construcţiilor şi care să explice principalele semnificaţii ale documentaţiilor tehnice.

De remarcat că volumul foarte mare de informaţii face necesară folosirea necondiţionată a calculatoarelor, singurele în măsură să stocheze în „bănci de date" şi să ofere rapid, pentru analiză, informaţiile necesare.

## II. Starea construcţiilor din România

Comisia Naţională pentru Standarde, Metrologie şi Calitate prin Inspecţia de Stat pentru Calitatea Construcţiilor a verificat şi analizat din punct de vedere patologic starea tehnică a unor construcţii situate pe mari platforme industriale termoenergetice, chimice şi petrochimice, metalurgice, constructoare de maşini, precum şi locuinţe, iar pe baza rezultatelor obţinute au recomandat măsuri imediate ce au condus la evitarea unor evenimente tehnice cu urmări grave la obiective importante pentru economia naţională. În acest sens exemplificăm consolidarea şi repararea unor construcţii la : termocentralele Doiceşti, Rovinari şi Brăila, Combinatul de oţeluri speciale Tîrgovişte, Combinatul siderurgic Reşiţa, Combinatul chimic Piatra Neamţ, Combinatul siderurgic Hunedoara, Combinatul de aluminiu Slatina.

Verificările au scos în evidenţă că un număr îngrijorător de mare de construcţii industriale şi locuinţe prezintă un grad avansat de uzură, datorită a numeroase cauze, ce se pot sistematiza astfel :

— cauze ce ţin de concepţia elementelor şi structurilor exploatate în medii agresive, cum sînt : planşee cu nervuri dese, elemente cu intrînduri şi praguri, îmbinări de elemente prefabricate ce nu pot fi protejate etc. ;

— cauze ce ţin de proiectarea elementelor structurale, cum sînt : neprevederea folosirii unor cimenturi adecvate, acoperirea cu beton a armăturilor insuficientă, lipsa unor caiete de sarcini pentru executant care să cuprindă condiţiile speciale de calitate ;

— cauze ce ţin de execuţia şi protecţia elementelor, cum este nerespectarea documentaţiilor tehnice de execuţie ;

— cauze ce ţin de exploatarea şi întreţinerea construcţiilor cum sînt : depăşirea parametrilor de încărcare în mediu agresiv consideraţi în calculele de proiectare, nerepararea şi neîntreţinerea construcţiilor şi instalaţiilor tehnologice.

De remarcat că, la construcţiile vechi, ponderea cauzelor ce au produs degradările o deţine concepţia de proiectare (explicabile prin cunoştinţe şi experienţă limitată), iar la construcţiile relativ noi condiţiile de exploatare deţin ponderea principală, armate de noncalitatea execuţiei.

În concluzie, rezultă că la un foarte mare număr de construcţii, capacitatea portantă s-a diminuat îngrijorător şi dacă nu se iau urgent măsuri de reparare ritmul de degradare se dezvoltă exponenţial, ceea ce conduce, invariabil, la pierderea siguranţei în exploatare.

Dacă deocamdată din fondul construit se relevă cazuri izolate de clădiri „în pragul prăbuşirii", în următorii ani situaţia va căpăta o amploare deosebită.

### III. Scurt istoric al patologiei construcţiilor în Europa

Încă din secolul trecut specialiştii au ajuns la concluzia că este absolut necesar ca învăţămintele rezultate din analiza tuturor greşelilor de proiectare şi execuţie sau a neglijenţelor de exploatare să fie folosite pentru a evita în viitor producerea greşelilor precum şi pentru perfecţionarea soluţiilor constructive şi tehnologiilor de execuţie a lucrărilor de construcţii. În susţinerea celor de mai sus constructorul englez *Robert Stephenson* spunea: „Inginerii mai vîrstnici şi-au scos cele mai valoroase izvoare de experienţă din observarea deficienţelor construcţiilor făcute de ei sau de alţii şi nu din descrierea lucrărilor cele mai bine realizate", iar constructorul de poduri suspendate *Stenman* menţiona: „Accidentele inginereşti sînt preţul plătit de omenire pentru progres. Dacă profităm de experienţa lor atunci aceste accidente nu vor fi zadarnice".

Pentru depistarea, stabilirea cauzelor generale, a terapeuticii unitare a defectelor şi folosirea învăţămintelor în toate ţările europene au fost înfiinţate încă înaintea celui de al doilea război mondial „comitete pentru cercetarea şi lămurirea accidentelor în construcţii". Acestea şi-au extins activitatea îndeosebi începînd cu anii 1955—1960, motivat de creşterea remarcabilă a complexităţii lucrărilor de construcţii, a diversităţii foarte mari de materiale folosite, a procedeelor noi de proiectare (ce diminuează practic rezerva de rezistenţă), a tehnologiilor noi de execuţie şi exploatării intensive; toate acestea mărind implicit posibilitatea producerii avariilor. În acest sens în Franţa, de exemplu, primul organism fondat în 1929, care îşi propunea să folosească învăţămintele rezultate din analiza defecţiunilor construcţiilor a fost „Biroul Securitas". Din acesta a fost creat în 1950 serviciul ESTS (Studii statistice şi tehnice ale avariilor), denumit apoi „Serviciul patologic".

În paralel cu acesta, în anul 1977, unii antreprenori din Franţa au decis să fondeze „Asociaţia pentru studiul patologiei clădirilor şi întreţinerii acestora" (EPBat).

În anul 1982 autoritatea de stat a decis să creieze „Agenţia pentru prevenirea defecţiunilor şi ameliorarea calităţii construcţiilor" (Agence Qualité Constructeur). Această agenţie şi-a organizat un sistem de colectare şi prelucrare a datelor privind defecţiunile (SY—CODES), prin mijloace informatice ce au ca rezultat elaborarea şi difuzarea unor „îndrumare".

Deci, astăzi, în Franţa funcţionează „Agenţia Calitatea Construcţiilor" care a preluat din 1986 atribuţiunile „Biroului Securitas" în domeniul patologiei şi prevenirii defecţiunilor construcţiilor.

### IV. Concluzii

Volumul de peste 2 000 miliarde lei fonduri fixe de natura construcţiilor, existînd în România, ce se uzează continuu sub acţiunea agenţilor climatici şi tehnologici, impune cunoaşterea sistematică a evoluţiei stării tehnice a acestora a defectelor precum şi a cauzelor ce generează defectele şi terapeuticii construcţiilor.

Analiza diferitelor cauze de degradarea stării tehnice, a avariilor şi accidentelor tehnice constituie metoda cea mai bună de a cunoaşte deficienţele şi de a le evita pe viitor.

Încă înainte de primul război mondial din considerentele arătate în prezentul referat, prin Hotărîrea Guvernului a fost înfiinţat în România „Comitetul pentru cercetarea şi lămurirea accidentelor în construcţii" sub conducerea inginerului *Tiberiu Eremia*, comitet ce şi-a încetat activitatea la începutul războiului, iar pînă în prezent nu a mai fost înfiinţat nici un organism similar acestuia.

Considerăm că a sosit momentul să acordăm o atenţie specială tuturor acestor probleme pornind de la crearea unui sistem informaţional care să aibă la bază datele de care dispunem privind comportarea diferitelor categorii de construcţii, cauzele degradărilor premature ce s-au înregistrat la multe construcţii, prevederile prescripţiilor tehnice în vigoare privind asigurarea durabilităţii urmînd ca toate acestea să permită conturarea, într-un termen rezonabil, unor modificări de substanţă atît în ce priveşte mentalitatea factorilor implicaţi în viaţa unei construcţii cît şi în reglementările tehnice şi de ce nu şi a unor texte de lege din domeniu.

Avînd în vedere volumul mare de construcţii, starea avansată de degradare a multora din ele, precaritatea unor prescripţii tehnice de proiectare în ce priveşte asigurarea durabilităţii şi necesitatea organizării şi gestionarea activităţii de patologie în construcţii, propunem înfiinţarea unui organism tehnic de felul celui existent în România antebelică dar organizat pe principii moderne, prin similitudine cu instituţiile europene de profil avînd aceleaşi activităţi.

# Consideraţii privind feed-back-ul asigurării calităţii

ELENA DOVAL*

REZUMAT

Controlul este o funcţie a conducerii intrafuncţionale a activităţii de asigurare a calităţii : feed-back-ul sau reacţia inversă este o componentă esenţială a oricărui proces de control căruia deciziile adaptează sistemul în timp. Autoarea defineşte şi descrie canalele de feed-beck informaţional prin activităţile ce concretizează funcţiunile de asigurare a calităţii.

Résumé

Le contrôle est une fonction de la direction intrafonctionnelle de l'activité d'assurer la qualité : le feed-back ou la réaction inverse est une composante essentielle de chaque processus de contrôle sur la base de la quelle les décisions adaptent le système dans le temps. L'auteur définit et décrit les canaux de feed-back informational par des activités concrétisant des fonctions d'assurrer la qualité.

Abstract

The control is a function of intrafunctional direction in the quality assurance activity : the feed-back, or inverse reaction is an essential component of whatever process of control on the basis of which decisions adapt the system in the time. The author defines and describes the informational feed-back channels by the activities materialzing the quality assurance functions.

Feed-back-ul, sau reacţia inversă, este o componentă esenţială a oricărui proces de control, oferind informaţii pentru deciziile care adaptează sistemul în timp. În sistemele închise, reacţia inversă conduce la adaptarea automată a sistemului, pe cînd în sistemele deschise, cum este cazul întreprinderii, reacţia inversă este recepţionată de fiinţe umane, care o prelucrează şi elaborează decizii privind acţiunea adecvată.

Pentru întreprinderea modernă, noţiunea sistematică dominantă în sistemul de asigurarea calităţii este informaţia sub forma reacţiei inverse, care reglează ieşirile sistemului prin măsurarea şi compararea performanţelor efective ale acestuia cu cele prestabilite.

Dacă în întreprinderea clasică, controlul calităţii constituie un sistem închis, care nu ia măsuri de corecţie decît în ultimul moment, atunci cînd eroarea s-a consumat, adică activitatea de producţie este corectată după ce abaterile constatate faţă de norme şi standarde sînt raportate, sistemul de asigurarea calităţii este un sistem deschis, anticipînd şi prevenind perturbaţiile.

Sistemul deschis este dotat cu un mecanism informaţional de reacţie inversă, care transmite conducerii întreprinderii informaţii din mediul extern exercitînd funcţia de control prin intermediul unui ansamblu predeterminat de interdependenţe. Buclele informaţionale de reacţie inversă nu au rolul numai de a măsura deviaţiile, care deja au apărut, ci permit anticiparea şi prevenirea acestora printr-o eficientă planificare şi coordonare. Aceasta nu înseamnă că se renunţă la sistemul de control închis, care este necesar pentru menţinerea proceselor în cadrul unor limite predeterminate. Întrebuinţînd ambele tipuri de control prin reacţie inversă, întreprinderea îşi creează un complex de conducte informaţionale care implică bucle în cadrul altor bucle de feed-back, iar în problemele de asigurarea calităţii datorită interfuncţionalităţii acesteia, ele dezvoltă o secvenţă continuă şi interconectată de bucle care cuprind întregul sistem organizaţional (schema, Fig. 1).

## 2. Canalele fluxului informaţional de feed-back.

Abordarea sistemică înlocuieşte conceptu de organizare prin structuri administrative

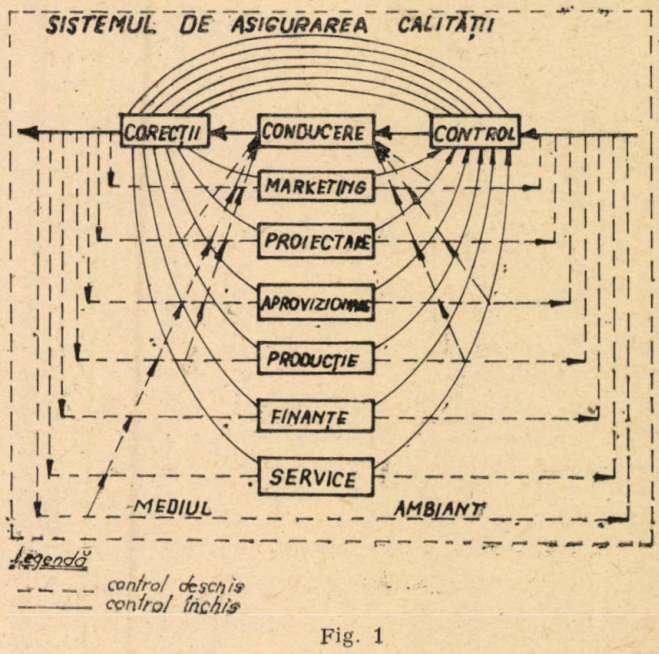



Fig. 1

* Intreprinderea de Autocamioane Braşov.

cu organizarea prin fluxuri : materiale, financiare, de informaţii, oameni etc.

În cadrul sistemului de asigurarea calităţii, funcţiunile sistemului constituie adevărate canale prin care „curg" aceste fluxuri, iar funcţiunea de control a acestui sistem, cu rolul de a măsura condiţiile actuale pe care le compară cu cele prestabilite şi de a genera reacţiile inverse în vederea realizării echilibrului dinamic, utilizează în sens invers aceleaşi canale.

Prin urmare, canalele de feed-back informaţional nu sînt altceva decît activităţile ce concretizează funcţiunile sistemului de asigurarea calităţii şi care în cele ce urmează, sînt descrise succint :

• *activităţile de marketing şi vînzări* sînt cele care realizează încă de la început legătura directă cu beneficiarii, reprezentînd principalul canal de feed-back privind reacţia pieţei faţă de produsul sau serviciul oferit. Informaţiile trebuie culese cu prudenţă şi discernămînt, sondîndu-se şi nivelul de încredere al acestora, pentru a se evita acumularea informaţiilor inutile, subiective sau eronate. Aceste activităţi, pe lîngă realizarea obiectivelor specifice, sînt puternic implicate în programul de asigurarea calităţii, realizînd, prin studiile privind piaţa şi contactele directe cu beneficiarii, feed-back-ul informaţional cu privire la condiţiile de mediu, durata de viaţă dorită a produselor, erorile posibile ale utilizatorilor, prevederile legislaţiei şi/sau ale documentelor tehnice normative, costuri etc.

• *activităţile de proiectare a produselor şi tehnologiilor*, în care se proiectează calitatea şi fiabilitatea produselor, instrucţiunile tehnologice de execuţie şi control, procedurile şi instrucţiunile sistemului de asigurarea calităţii. Controlul proiectelor constă în : verificarea gradului în care cerinţele tehnico-funcţionale şi ale pieţei, în strînsă concordanţă cu posibilităţile de producţie existente sau realizabile înscrise în programul de asigurarea calităţii se regăsesc în proiect ; verificarea gradului în care se asigură o durată de viaţă şi o rată de defectare acceptabile, cu cheltuieli minime ; verificarea gradului de cuprindere şi de claritate a prevederilor procedurilor şi instrucţiunilor, a documentaţiei tehnice constructive şi tehnologice (pentru a se elimina confuzii, nepotriviri, ambiguităţi, contradicţii, nejustificări) ; verificarea prin probe şi încercări a soluţiilor şi fiabilităţii proiectate şi analiza rezultatelor obţinute.

• *activitatea de pregătire a fabricaţiei*. Controlul în această activitate presupune evaluarea capabilităţii procesului de fabricaţie de a asigura fabricarea produsului în conformitate cu cerinţele de calitate, înainte de trecerea la fabricaţia de serie ; verificarea eficacităţii fluxurilor tehnologice şi a dotării tehnice prevăzute ; omologarea propriu-zisă a produselor şi proceselor.

• *activităţile comerciale de aprovizionare*, prin care se asigură procesul de producţie cu materii prime, materiale, semifabricate, piese etc. Controlul constă în : evaluarea capacităţii furnizorului de a realiza produsele contractate, respectînd cerinţele de calitate impuse ; verificări şi probe de recepţie ; verificarea contractelor din punct de vedere al cuprinderii cerinţelor de calitate, a metodelor şi tehnicilor de recepţie, a răspunderilor pentru defecte.

• *activităţile de selectare, manipulare, transport şi depozitare* a materialelor şi produselor. Controlul constă în verificarea conformităţii acestora cu prevederile documentaţiei şi semnalarea degradării materialelor şi produselor în timpul acestor activităţi.

• *controlul capabilităţii procesului de fabricaţie*, presupune conducerea procesului prin verificarea variabilităţii acestuia. Sînt semnalate : abaterile utilajelor şi liniilor tehnologice faţă de limitele în care trebuie să opereze ; defectări şi dereglări ale echipamentelor de conducere a proceselor ; erori informaţionale ; decizii neeficace etc, pe baza cărora se stabilesc acţiunile de reglare şi corecţie.

• *controlul metrologic şi al SDV-isticii*, include atît controlul proiectării, cît şi verificarea iniţială şi periodică a sculelor, dispozitivelor, mijloacelor de fixare, a celor de încercare şi măsurare, a preciziei mijloacelor de măsurare, a manipulării şi depozitării acestora pentru a nu se deteriora.

• *activităţile de personal, pregătire, perfecţionare* şi stimulare a personalului. Controlul trebuie să aibă în vedere angajarea şi menţinerea personalului ale cărui trăsături dominante trebuie să fie competenţa, autoritatea profesională, responsabilitatea, seriozitatea, promptitudinea şi dinanismul, ca şi evidenţierea personalului care trebuie să fie stimulat. Pentru rezultate ineficace în muncă, personalul trebuie să fie perfecţionat sau recalificat, iar după caz, sancţionat, retrogradat sau concediat.

• *controlul produsului* (atît pe fluxul de fabrcaţie, cît şi al produsului finit) prin măsurări, încercări, probe. Abaterile constatate faţă de documentaţia tehnică a produsului, cît şi cauzele acestor abateri (greşeli de fabricaţie, erori în documentaţia tehnică a produsului sau în cea tehnologică, materiale de calitate instabile, lipsuri organizatorice sau lipsuri materiale etc.) sînt raportate pe canalul de feed-back informaţional pe baza cărora se iau deciziile de corecţie.

• *controlul asigurării indentificării materialelor şi produselor* în scopul regăsirii, recunoaşterii lor pe întreg ciclul de viaţă al acestora.

• *activităţile de asistenţă tehnică şi service* asigură informaţii privind modul de comportare

a produselor la utilizatori, mentenanţa preventivă şi/sau corectivă, stocurile de piese de schimb necesare, calificarea şi instruirea personalului beneficiarului, reclamaţiile utilizatorului.

• *evaluarea şi analiza calităţii pe întreg ciclul de viaţă* al produselor, evaluarea şi predictibilitatea fiabilităţii, analiza reclamaţiilor beneficiarilor şi a perturbaţiilor interne, pe baza informaţiilor obţinute prin canalele enunţate mai sus şi coroborarea acestora în scopul stabilirii modului în care performanţele produsului satisfac cererile pieţei, sau invers, dacă normele de calitate ale întreprinderii nu sînt excesive faţă de cerinţele reale. Aceste informaţii constituie şi suport de decizie pentru alocarea resurselor necesare (costurile calităţii).

Lipsa de conformitate cu specificaţiile tehnice sau nerealizarea performanţelor prescrise sînt evenimente în viaţa unui produs cunoscute sub denumirea de defecte (defectări). Întrucît acestea pot surveni în perioada în care produsul aparţine deja beneficiarului, evaluarea şi analiza are ca obiective : stabilirea nivelului fiabilităţii operaţionale şi variaţia faţă de norme, stabilirea cauzelor defectărilor (care ar putea fi : primare, secundare, uzură, utilizare necorespunzătoare etc.), a responsabilităţii juridice şi materiale, precum şi a altor aspecte (viteza de apariţie a defectelor, care pot apare bruse sau progresiv ; nivelul de defectare, care poate fi total, parţial sau intermitent, costuri etc.)

• *controlul utilizării resurselor* (din domeniul asigurării calităţii, parte integrantă a resurselor întreprinderii), care se realizează prin dirijarea, urmărirea continuă şi analiza cheltuielilor efectuate în cursul executării programului de asigurarea calităţii şi a rezultatelor obţinute. Prin această activitate sînt depistate erorile, iar prin reacţia inversă sînt declanşate acţiunile de realocare a resurselor, de restructurare a cheltuielilor, de stocare a datelor pentru a fi utilizate într-o fază a planificării, de aplicare a unor măsuri a căror obiectiv să fie reducerea pierderilor, sporirea veniturilor, creşterea profitului. De altfel, informaţiile costă, astfel încît costurile lor trebuie comparate cu contribuţiile acestora la elaborarea unor decizii mai bune, avînd ca efect suplimentarea beneficiilor.

## 2. Restricţii decizionale

Informaţiile care curg spre conducerea sistemului de asigurarea calităţii prin canalele de feed-back nu pot fi perfecte întrucît, în practică, intervin o serie de perturbaţii, care constituie adevărate restricţii în luarea deciziei. Dintre acestea, subliniem :

— caracterul aleator al variabilităţii intenţiilor, intereselor şi preferinţelor consumatorilor faţă de produsul care se află într-o permanentă competiţie pe piaţă ;

— insuficientele posibilităţi de anticipare a manifestărilor produsului în condiţiile reale de utilizare ;

— interacţiunile care există în cadrul întreprinderii, ceea ce face ca eficacitatea soluţiilor să depindă de elaborarea interfuncţională şi simultană de soluţii în cercetare—dezvoltare, proiectare, tehnologie, producţie, finanţe, control tehnic şi alte compartimente ;

— existenţa mai multor obiective de asigurarea calităţii, dintre care, unele pot fi contradictorii, cum este cazul creşterii disponibilităţii produselor şi minimizării costurilor ;

— alocarea cheltuielilor pentru asigurarea calităţii ţinînd cont de faptul că efectele îmbunătăţirii calităţii se manifestă mai tîrziu în timp. Alocarea resurselor, pe diferite produse este dificilă, deoarece gama de produse este largă, iar resursele sînt limitate, intervenind legături de elasticitate încrucişată între produse. Nici alocarea spaţială a cheltuielilor nu este mai facilă, fiindcă sînt rare cazurile cînd acelaşi produs este fiabil şi apreciat pe o piaţă şi nefiabil pe alta. Cea mai utilizată este alocarea resurselor pe categorii de costuri : de prevenire, de identificare, de eliminare a defectelor, dar această modalitate presupune o ramificare pe mai multe nivele a tuturor obiectivelor.

— insuficienţa cantitativă şi/sau calitativă a informaţilor ce marchează incertitudine în stabilirea acţiunilor corective. Oricum, problemele asigurării calităţii nu pot fi tratate izolat, deoarece ele implică întreaga organizare a întreprinderii.

## 3. Revizia de sistem

Sistemul de asigurarea calităţii, odată implementat, trebuie evaluat şi revizuit periodic şi sistematic pentru a se asigura eficienţa sa permanentă. Acţiunile de verificare şi analiză riguroasă, totală a sistemului, denumite revizii de sistem, determină calităţile şi deficienţele sistemului însuşi şi constituie un canal special de feed-back informaţional (Schema, fig. 2). Deşi vizează în principal analiza şi evaluarea performanţelor de asigurarea calităţii, revizia de sistem se concentrează, de asemenea, pe aspectele cele mai importante ale eforturilor întreprinderii: concepţiile existente, obiectivele, politicile practicate şi organizare. Se urmăreşte să se stabilească dacă direcţia efortului de conducere este bine aleasă şi îndreptată către scopurile necesare, cu o dozare corespunzătoare de resurse, cu alte cuvinte, dacă sistemul de asigurarea calităţii este eficace şi eficient. Eficacitatea sistemului arată dacă sistemul operează pentru a obţine rezultate, iar eficienţa, cît de bine sînt folosite intrările în sistem.

În domeniul eficacității, reacția inversă exercită o serie de operații :

— permite determinarea gradului de necorespondență dintre rezultatul proiectat și rezultatul efectiv, identificînd diferențele ;

— prelucrează soluția, atît cea care coincide cu obiectivul, cît și cea divergentă ;

— formulează intrările suplimentare în sistem ;

— interacționează cu procesul de bază în vederea îndeplinirii obiectivului.

Desigur că sistemul poate fi eficace, dar nu și eficient, în sensul producerii de beneficii. De aceea, acest canal de feed-back trebuie întreținut permanent. Reviziile de sistem se fac, de regulă, cînd nu se înregistrează succese, în esență atunci cînd produsele nu sînt competitive, contribuind la investigarea cauzelor și identificarea soluțiilor posibile. Dar, reviziile de sistem trebuie efectuate și în situația opusă, cînd întreprinderea are succese fiindcă atunci există pericolul autoliniștirii, autosatisfacției, al neglijenței, al dezvoltării birocrației, cu efecte negative imediat viitoare în conducerea sistemului.

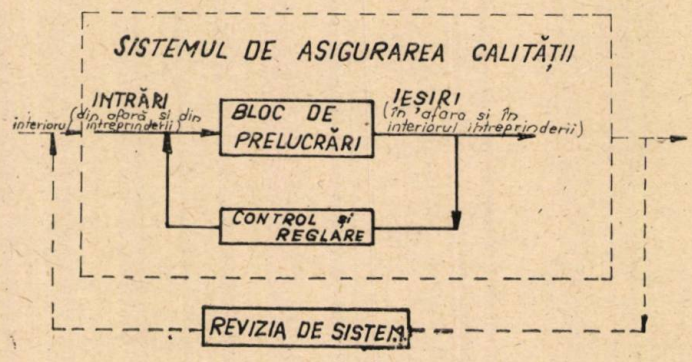



Fig. 2

### 4. Concluzii

Controlul este o funcție a conducerii intrafuncționale a activităților de asigurarea calității. Sistemul de asigurare a calității și fiecare subsistem al său, trebuie concepute astfel încît, prin feed-back, corecțiile necesare să se efectueze de la sine, prevăzîndu-se modalitățile de redistribuire a resurselor atunci cînd apare necesitatea respectivă prin însăși proiectarea sistemului.

Prin control întregul sistem de asigurare a calității este condus și ținut în supraveghere pentru a se asigura eficacitatea și eficiența sa.

# Valori aberante în modelele liniare și aplicații în controlul calității

MIHAELA ȘERBU*

**REZUMAT**

Se prezintă proceduri pentru detectarea valorilor aberante din modelele liniare și un exemplu de caz bazat pe reziduul studentizat maxim.

**Résumé**

On présente des procèdés pour déterminer les valeurs aberrantes dans les modèles linéaires et un exemple de cas basé sur le résidu studentisé maximale.

**Abstract**

Procedures for outliers determination in linear models and a case — example based upon maximal studentized residual are presented.

### 1. Introducere

Problema așa-numitelor „valori aberante" a format obiectul unei investigații destul de largi, acest interes datorîndu-se în primul rînd unor considerente de ordin practic.

Se știe că, atît în activitatea de metrologie cît și în controlul calității, măsurarea și prelucrarea datelor obținute în procesele de măsurare și/sau verificare constituie baza asupra

* Centrul de Statistică Matematică

căreia se efectuează interpretarea atît fizică cît şi statistică a informaţiei furnizate de aceste date.

Datorită unor factori sistematici sau aleatori, colecţiile de date obţinute în procesul măsurării pot fi „poluate" cu aşa-numitele valori aberante în limbaj obişnuit — acele valori care sînt semnificativ diferite ca valoare de restul populaţiei aflate în studiu.

Există o bogată literatură în acest domeniu. Monografiile *Barnett-Lewis* (1978) [3] şi *Hawkins* (1980) [10] tratează atît evoluţia istorică a metodelor „de tratare" a acestor valori cît şi unele metode specifice „de eliminare" a valorilor respective din operaţia de inferenţă statistică executată în vederea obţinerii unei anumite informaţii.

În literatura în limba română menţionăm monografia „Eliminarea datelor nesemnificative şi verificarea caracterului întîmplător" de *V. Craiu* şi *Monica Bad* (1979) [6] care, abstracţie făcînd de denumirea neinspirată de „date nesemnificative" prezintă o bogată bibliografie comentată referitoare la problema valorilor aberante. Menţionăm, de asemenea, STAS 11278—79 Identificarea rezultatelor aberante ale măsurărilor (responsabil proiect dr. U.E. Wiener) care prezintă criterii statistice privind „debarasarea" de astfel de valori în cazul în care datele experimentale provin dintr-o colectivitate care urmează o lege statistică normală (Gauss-Laplace).

Periodicul „Calitate, fiabilitate, metrologie" a publicat o serie de lucrări [11] consacrate acestei probleme a valorilor aberante dar nu a luat în considerare situaţia des întîlnită în practică a aşa-numitelor *modele liniare*.

Atît în metrologie cît mai ales în controlul calităţii produselor, între diferitele caracteristici de calitate există anumite legături exprimate analitic prin diferite ecuaţii. Cea mai simplă legătură este cea liniară, $y = Ax + B$ în care caracteristica $y$ se exprimă în funcţie de o altă caracteristică $x$, prin intermediul unei relaţii „liniare".

De regulă, măsurările asupra caracteristicii $x$ produc o anumită influenţă asupra caracteristicii $y$. Dacă aceste măsurări ale lui $x$ sînt afectate de „valori aberante" în mod firesc, valorile obţinute ale lui $y$ sînt perturbate de aceste valori, evident prin corecţia adusă de parametrii $A$ şi $B$ ai legăturii.

Întrucît în controlul calităţii există numeroase situaţii în care calitatea unei caracteristici se exprimă liniar în funcţie de o altă variabilă, efectuarea acesteia din urmă cu valori aberante are o influenţă directă asupra adevăratei evoluţii a variabilei dependente.

Din aceste motive a apărut — e adevărat mai tîrziu, aproximativ prin anii '60 [2] — problema identificării şi eliminării valorilor aberante în cazul acestor modele liniare.

## 2. Cercetări recente

Literatura privind valorile aberante este vastă şi este legată de multe domenii : estimatori robuşti, modele amestecate, probleme de alunecare, analiza datelor în general, ş.a.m.d.

Cărţile lui *Barnett* şi *Lewis*-(1978) şi *Hawkins* (1980) dau o trecere în revistă utilă asupra literaturii din acest domeniu.

Se poate arăta că, în timp ce tehnicile specifice de lucru cu valorile aberante s-au schimbat de-a lungul timpului, teoria de bază a rămas aceeaşi.

Valorile aberante în modelele liniare sînt foarte cercetate în ultimii ani şi totuşi au rămas suficient de multe probleme nerezolvate. Ce este o valoare aberantă? O valoare care în opinia cercetătorului diferă faţă de celelalte observaţii. Conceptul de „outliers" datează din vremea lui *Bernoulli* (1777). Metode statistice privind comportarea faţă de aceste valori au apărut prin 1850. Deşi s-a scris mult, această noţiune pare la fel de vagă după 200 de ani. În 1969 *Grubbs* afirmă că o valoare aberantă este aceea valoare care este mult deviată faţă de ceilalţi membri ai eşantionului în care apare.

Ne propunem să prezentăm proceduri pentru detectarea valorilor aberante din modele liniare normale de forma :

$$Y = X\beta + \varepsilon \tag{1}$$

unde $Y$ este un vector de observaţii $nx1$, $X$ matricea variabilelor independente $nxp$, $\beta$ un vector necunoscut $p$ dimensional, $\varepsilon$ vector $n$-dimensional de erori normale independente şi identic repartizate.

Fie $u_i$ un vector $n$ dimensional, cu 1 în poziţia $i$ şi zero în rest.

Multe lucrări se bazează pe modelul de medie alunecată (deplasată)

$$Y = X\beta + D\gamma + \varepsilon \tag{2}$$

unde $\gamma$ este un vector $k$-dimensional de parametri necunoscuţi, $D$ este o matrice $n \times k$ cu coloanele $u_{i_1} \ldots u_{i_k}$ celelalte cantităţi fiind cele definite în (1).

*Srikantan* (1961) şi *Ferguson* (1961) au fost primii care au utilizat acest model ca bază pentru detectarea valorilor aberante în modele liniare, deşi această aproximare se află implicit în lucrarea lui *Daniel* (1960) privind tabelele bidimensionale şi a fost utilizat de acesta în cercetarea valorilor aberante din selecţii aleatoare simple.

Acest model alunecat este folosit ca bază pentru detectarea valorilor aberante din răspunsurile $y_i$ dar este perfect valabil şi pentru detectarea unei erori în linia a $i$-a, $x_i^T$ a lui $X$.

Presupunem de exemplu $k = 1$ și $x_i = x_i - \Delta_i$ unde $\Delta_i$ este necunoscut. Atunci modelul rezultat va fi de forma (2) cu $\gamma = \Delta_i^T \beta$ *Cook* și *Weisberg* (1982) se referă la vectorul $(y_i, x_i^T)$ ca la al $i$-lea caz.

Modelul de medie alunecată este recomandat în particular în problemele de regresie cu valori aberante unde elementele lui $X'$ nu pot fi verificate.

*Barnett* și *Lewis* (1978) consideră 2 variante pentru (2): cazul în care $i = \{i_1 \ldots i_k\}$ este presupus cunoscut în prealabil la cercetarea datelor și numită versiunea etichetată și versiunea neetichetată cînd această mulțime de date este necunoscută. Deoarece versiunea etichetată este modelul standard liniar analiza se va desfășura utilizînd metodele obișnuite și rezultatele vor fi exprimate în funcție de analiza modelului (1).

*Modelul etichetat*

Fie $\beta$ estimatorul prin cele mai mici pătrate a lui $\beta$ din (1) și fie

$$V = (v_{ij}) = X(X^TX)^{-1}X^T \tag{3}$$

o matrice $n \times n$ care proiectează pe $Y$ pe vectorul valorilor estimate, $\hat{Y} = (\hat{y}_i) = VY$. Vectorul $n$ — dimensional al reziduurilor obținute din (1) este

$$e = (e_i) = Y - \hat{Y} = (I - V)Y \tag{4}$$

iar estimatorul obișnuit al lui $\sigma^2$ este

$\sigma^{12} = e^Te/(n-p)$ ($e$ este repartizat $N$ $(0, \sigma^2 (I-V))$ așa că $\text{var}(e_i) = \sigma^2 (1 - v_{ii})$. În final subvectorul lui $e$ și submatricea lui $V$ ce corespund cazurilor indexate cu $i$, vor fi notate cu $e_i$ și $V_i$ respectiv.

Estimatorul lui $\gamma$ prin cele mai mici pătrate în versiunea (2) este

$$\hat{\gamma} = [I - V_i]^{-1}e_i \tag{5}$$

demonstrînd că inversa indicată există $\hat{\beta}_i$ și $\hat{\gamma}_i^2$ sînt estimatorii obișnuiți ai lui $\beta$ și $\sigma^2$ calculați prin cele mai mici pătrate din (1), după respingerea cazurilor indexate prin $i$.

Deoarece analiza modelului cu medie deplasată în funcție de $\beta$ și $\sigma^2$ este echivalentă cu înlăturarea cazurilor suspecte, pare normal să considerăm acest model ca unul în care contaminații nu furnizează informație despre procesul de bază. *John* și *Draper* (1978), *John* (1978) și *Draper* și *John* (1980) observă că modelul cu media deplasată este similar cu cel utilizat cînd se estimează valorile ce lipsesc la o analiză de covarianță; ei consideră răspunsurile indexate prin $i$ ca valori lipsă ce se înlocuiesc prin estimatori.

Reducerea adițională în suma pătratelor datorită ajustării lui $\gamma$ după $\beta$ este

$$Q_k(i) = e_i^T[I - V_i]^{-1}{}_{ei} \tag{6}$$

Notația aceasta a fost dată de *Gentlemen* și *Wilk* (1975). În modelul (1), $Q_k(i)$ poate fi exprimat ca sumă de pătrate de variabile normale prin utilizarea descompunerii spectrale $V_i = \Gamma \wedge \Gamma^T$ unde $\Gamma$ este o matrice ortogonală $k \times k$ și $\wedge$ este o matrice diagonală de valori propri $0 \leqslant \lambda_1 \leqslant \ldots \leqslant \lambda_k < 1$

$$Q_k(i) = (\Gamma^T e_i)^T (I - \wedge)^{-1} (\Gamma^T e_i) \tag{7}$$

Elementele lui $(\Gamma^T e_i)\ (I - \wedge)^{-\frac{1}{2}}$ sînt variabile aleatoare independente, și identic repartizate, normale $N\ (0, \sigma^2)$ sînt construite similar cu reziduurile ajustate succesiv ale lui *John* și *Draper* (1978).

Cînd $k = 1$, $Q_1(i) = e_i^2/(1 - v_{ii})$ este proporțional cu al $i$-lea reziduu studentizat.

$$r_i = e_i/(1 - v_{ii})^{\frac{1}{2}} \hat{\sigma} \quad i = 1,2, \ldots, n \tag{8}$$

Reziduurile studentizate joacă un rol central în detectarea unui singur contaminant.

În modelul nul, repartiția marginală a lui $r_i^2/(n-p)$ este Beta cu parametri $\frac{1}{2}$ și $(n-p-1)/2$

E $(r_i) = 0$,

$$\text{var}\,(r_i) = 1 \text{ și } \text{cov}\,(r_i, r_j) = \frac{-v_{ij}}{[(1 - v_{ii})\ (1 - v_{jj})]^{1/2}}$$

Repartiția comună a $r_i$-urilor a fost cercetată de *Ellenberg* (1973, 1976), *Ferguson* (1961), *Doornbos* și *Prins* (1958) și *Yoshi* (1972).

Statistica obișnuită $F$ pentru testarea ipotezei $\gamma = 0$ este

$$F_k(i) = (n - p - k)Q_k(i)/k(e^Te - Q_k(i)) \tag{9}$$

cu $k$ și $n-p-k$ grade de libertate. Cînd $k = 1$ aceasta se reduce la (*Beckman* și *Trussel* (1974)):

$$F_1(i) = r_i^2(n - p - 1)/(n - p - r_i^2) \tag{10}$$

care este monoton crescătoare în $r_i^2$.

*Srikantan* (1961) a stabilit că pentru $k = 1$ testul uniform cel mai puternic nedeplasat al ipotezei $\gamma = 0$ este bazat pe reziduu studentizat corespunzător cazului suspect. Puterea acestui test poate varia imens funcție de structura lui $V$. Parametrul de necentralitate asociat testării lui $\gamma = 0$ este $\gamma^T(I - V_i)\gamma/2\sigma^2$ care se

reduce, cînd $k = 1$ la $\gamma^2 (1-v_{ii})/2\sigma^2$. Pentru punctele $x_i$ îndepărtate $(1 - v_{ii})$ va fi mic și valorile aberante vor fi dificil de detectat *Cook* (1979), *Huber* (1975), *Davies* și *Hulton* (1975)).

În general $V$ și în particular elementele sale diagonale joacă un rol important în studiul valorilor aberante. De proprietățile lui $V$ s-au ocupat *Hoaglin* și *Welsch* (1978), *Cook* și *Weisberg* (1980, 1982), *Belsley*, *Kuhu*, *Welsch* (1980). Analiza versiunii etichetate este relativ directă.

Analiza versiunii neetichetate este mult mai complicată deoarece $i$ și $k$ sînt necunoscuți. Pentru fixarea lui $k$ se recomandă să se cerceteze toate subșirurile $\binom{n}{k}$ și să se estimeze $i$ utilizînd subșirurile de indici $i$ care maximizează $Q_k(i)$. Aceasta echivalează cu identificarea subșirurilor de $k$ cazuri ce dau cea mai mare creștere în verosimilitate maximă.

*Modelul neetichetat* $k = 1$

Utilizarea reziduului studentizat absolut maxim $|r_m| = max\,|r_i|$ ori a unui criteriu statistic echivalent pentru cazul unei singure valori aberante în selecții normale simple poate fi găsită în lucrarea lui *Pearson* și *Chandra Sekar* (1936).

*Anscombe* (1960) și *Daniel* (1960) au propus utilizarea reziduului studentizat maxim în legătură cu modelele liniare.

Aproximarea lui *Anscombe* se bazează pe utilizarea larg recunoscutelor concepte de „premiu" și „protecție" pentru caracterizarea performanței regulei de respingere înaintea estimării. Aplicarea acestor idei la modelele liniare este restrînsă la *a*) situația în care reziduurile din modelul nul (1) au dispersii constante și *b*) reguli de forma: resping observația ce corespunde lui $|e_m| = max\,|e_i|$ dacă $|e_m| > c\sigma$ unde $c$ este o constantă pozitivă aleasă. Teoria aceasta a mai fost dezvoltată de *Guttman* și *Dutter* (1976).

*Daniel* (1960) a considerat problema detectării și testării unei singure „valori deplasate" în tabele bidimensionale. El a arătat că în prezența unei singure valori aberante, corelația între reziduuri și deplasări este mare și aceasta poate fi utilizată la detectarea celei mai deplasate celule. *Daniel* ajunge la concluzia că toată informația legată de o singură valoare necorespunzătoare se află în cel mai mare reziduu, $d_{max}$.

Deoarece dispersiile reziduuale sînt constante în tabelele bidimensionale balansate, nu este esențial să se facă deosebire între reziduurile obișnuite și cele studentizate.

*Srikantan* (1961) a recomandat utilizarea pătratului celui mai mare reziduu studentizat $r_m^2$ ca test statistic pentru o singură valoare aberantă în modelul liniar neetichetat și a fost evident primul care a sugerat aproximarea valorilor critice pe baza primei inegalități *Bonferroni*.

*Joshi* (1972) a obținut rezultate echivalente cînd $\sigma^2$ este cunoscut.

*Ferguson* (1961) a formulat problema în contextul teoriei deciziilor problema fiind reprezentată prin $n + 1$ ipoteze:

$$H_0 : \gamma = 0$$

$$H_i : \gamma = \gamma_i u_i, \qquad i = 1,2, \ldots, n$$

Se acceptă $H_0$ cînd $r_m^2 \leqslant k$ și se acceptă $H_m$ cînd $r_m^2 > k$. Deci majoritatea lucrărilor s-au bazat pe reziduul absolut maxim studentizat pentru detectarea unei valori aberante (*Ferguson*, *Srikantan*, *Anscombe*, *Tukey*, *Andrews*, *Behnken* și *Draper*).

Corelația între reziduul al $i$-lea și al $j$-lea cînd $i \neq j$ este

$$\rho_{ij} = -v_{ij}/[(1-v_{ii})\ (1-v_{ij})]^{1/2}$$

Proprietățile acestor corelații au fost studiate pentru prima oară în detaliu de *Anscombe*. Utilizarea reziduului studentizat absolut maxim la identificarea unei singure valori aberante necesită ipoteza că $max\ |\rho ij| < 1$.

Despre diversele tehnici propuse de *Mikey*, *Dunn* și *Clark* (1967), *Goldsmith* și *Boddy* (1973), *Mickey* (1974), *Snedecor* și *Cochran* (1967) aparent diferiți, *Ellenberg* (1967) a demonstrat că statistic sînt echivalente cu $r_m^2$.

În ultimii ani $r_m^2$ a devenit o statistică larg acceptată pentru detectarea unei singure valori aberante în modele liniare și multe lucrări s-au scris pentru determinarea valorilor critice asociate. Dificultatea constă în aceea că repartiția lui $r_m^2$ depinde de $X$, așa că tabelarea exactă a quantilelor nu e în general practică.

Studii Monte Carlo care reflectă dependența repartiției lui $r_m^2$ de $X$ au fost făcute de *Tietjen*, *Moore* și *Beckman* (1973) *Ellenberg* (1976), *Gentle* (1978). Cele mai recente lucrări pe această problemă utilizează limitele *Bonferroni*, pentru determinarea valorilor critice și a valorilor $p$.

Aproximarea lui $p_r$ $(r_m^2 \geqslant d)$ utilizînd prima limită superioară *Bonferroni* va fi exactă dacă

$$(12) \qquad 1 + max_{i<j} |\rho_{ij}| < 2\ (n-p)\ d^2$$

Aceasta este echivalentă cu condițiile suficiente date de *Srikantan* (1961), *Stefansky* (1971, 1972), *Prescott* (1977), *Cook* și *Prescoot* (1981) și *Ellenberg* (1976).

*Cook* și *Prescott* (1981) au prezentat o metodă relativ simplă pentru determinarea limitelor superioare și inferioare a $p$ valori asociate cu $r_m^2$. Această metodă include explicit condiția (12).

*Doornbos* (1981) utilizează o aproximare similară pentru construirea limitelor pentru $max\ |\rho_{ij}|$ cînd satisface o mărime a testului între $\alpha$ și $\left(\alpha - \frac{\alpha^2}{2}\right)$

În sumar, în ultimii 20 de ani reziduul studentizat absolut maxim a fost descoperit de numeroase ori și acum este un criteriu larg acceptat pentru detectarea unei singure valori aberante în regresia liniară. Valorile critice obținute pe baza inegalităților *Bonferroni* pot fi destul de rezonabile dacă corelațiile reziduuale nu sînt excesiv de mari.

### 3. Studiu de caz

Într-un proces de obținere a unei substanțe chimice organice factorul de intrare esențial este temperatura. Între caracteristica procesului (notată $Y$) și temperatura ($X$) s-a stabilit o relație de dependență liniară : $Y = AX + B$. Experimentul furnizează următoarele date (codificate) :

| $Y$ | $X$ |
|---|---|
| 11 | 100 |
| 16 | 225 |
| 20 | 195 |
| 21 | 130 |
| 23 | 125 |
| 24 | 120 |
| 25 | 110 |
| 27 | 110 |
| 28 | 105 |
| 28 | 105 |
| 28 | 120 |
| 29 | 110 |
| 30 | 90 |
| 31 | 120 |

Conform procedeului clasic de stabilire a parametrilor $A$ și $B$ (proces de estimare efectuat cu ajutorul ecuațiilor de regresie) se stabilește ecuația de legătură :

$$Y = -0{,}06976X + 33{,}27693$$

Efectuînd așa numita analiză dispersională (6) pentru iterația respectivă, găsim următoarele elemente.

| Sursa | Grade libertate | Suma pătratelor | Media sumei de pătrate | $F$ |
|---|---|---|---|---|
| Total | 1 | 86,80598 | 86,80598 | 3,07815 |
| Regresie | 12 | 338,40845 | 28,20070 | |
| Prezidiu | 13 | 425,21436 | | |

$F_{calculat}(1\,;\ 12\,;\ 0{,}05) = 3{,}07815 < F_{tabelat}\ (1\,;\ 12\,;\ 0{,}05) = 3{,}83$

Pentru $\alpha = 0{,}05$ modelul de regresie este satisfăcător.

Problema care se pune este de a găsi eventualele valori aberante care perturbă modelul respectiv. În acest scop se calculează reziduurile și reziduurile studentizate știind că :

$$\hat{e}_i = Y_i - \hat{Y}_i$$

$$r_i = \frac{\hat{e}_i}{\hat{\sigma}(1 - v_{ii})}$$

$$\hat{\sigma} = 338{,}40845$$

$$V = I_n - X(X'X)^{-1}X'$$

$v_{11} = 0{,}9333\,;\ v_{22} = 0{,}4438\,;\ v_{33} = 0{,}720\,;$

$v_{44} = 0{,}9303\,;$

$v_{55} = 0{,}9350\,;\ v_{66} = 0{,}9337\,;\ v_{67} = 0{,}925\,;$

$v_{68} = 0{,}9058\,;$

$v_{99} = 0{,}9870\,;\ v_{1010} = 0{,}909\,;\ v_{11} = 0{,}904\,;$

$v_{1212} = 0{,}8808$

$v_{1313} = 0{,}8220\,;\ v_{1414} = 0{,}867$

| Date originale $Y$ | Valori estimate $\hat{Y}$ | Reziduu $\hat{e}_i$ | Reziduu studentizat $r_i$ | $r_i^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 11 | 26,30055 | −15,30055 | −0,8609 | 0,741 |
| 16 | 17,58009 | − 1,58009 | −0,1289 | 0,0166 |
| 20 | 19,67300 | 0,32700 | 0,0209 | 0,004 |
| 21 | 24,20764 | − 3,20764 | −0,1598 | 0,025 |
| 23 | 24,55647 | − 1,55647 | −0,0875 | 0,0077 |
| 24 | 24,90529 | − 0,90529 | −0,13839 | 0,01915 |
| 25 | 25,60292 | − 0,60292 | −0,1725 | 0,0296 |
| 27 | 25,60292 | 1,39708 | 0,0798 | 0,00637 |
| 28 | 25,95174 | 2,04826 | 0,1182 | 0,01397 |
| 28 | 24,20764 | 3,79236 | 0,2162 | 0,0467 |
| 28 | 24,90529 | 3,09471 | 0,1769 | 0,0313 |
| 29 | 25,60292 | 3,39708 | 0,19676 | 0,0387 |
| 30 | 26,99820 | 3,00180 | 0,17999 | 0,0324 |
| 31 | 24,90529 | 6,09471 | 0,3557 | 0,1265 |

$max\ |r_i| = 0{,}8609 \quad n = 14 \quad p = 2$

Rezultatele se compară cu datele din tabelele lui *Lund* [12]
Pentru

$$\alpha = 0{,}10$$

$$max\ |r_i| = 0{,}8609 > \frac{2{,}45}{\sqrt{n-p}} = 0{,}707$$

Pentru $\alpha = 0{,}05$

$$max\ |r_i| > 0{,}744$$

Pentru $\alpha = 0{,}01$

$$max\ |r_i| > 0{,}814$$

Deci $max\ |r_i| = 0{,}8609$ poate fi considerată valoare aberantă.
Repartiţia lui $r_i^2/(n-p)$ este Beta cu parametri $\frac{1}{2}$ şi $(n-p-1)/2$

$$E(r_i) = 0 \quad \text{var}\ (r_i) = 1.$$

*BIBLIOGRAFIE*


[1] *Andrews D.F.* (1971) : Significance Tests Based on Residuals — Biometrika 58, 139—148.
[2] *Anscombe F.G.* (1960) : Rejection of Outliers — Technometrics, 2 123—147.
[3] *Barnett V.* şi *Lewis T.* (1978) : Outliers in statistical data — John Wiley and Sons.
[4] *R.J. Beckman, R.D. Coock* (1983) : Outliers ... s-Technometrics vol 25, no. 2, mai.
[5] *Cook R.D., Prescott P* (1981) : On the accuracy of Bonferroni significance levels for detecting outliers in linear models, Technometrics vol 23, 1, 59—63.
[6] *Craiu V* şi *Bad M.* (1979) : Eliminarea datelor nesemnificative şi verificarea caracterului întîmplător. Univ. Buc. Fac. mat, Buc.
[7] *Doorubos R.* (1981) : Testing for a Single Outliers in a Linear Model — Bometrics 37, 705—712.
[8] *Draper N.R.* şi *John* (1980) : Testing for Three or Femer Outliers in Two Way Tables — Technometrics 23, 21—26.
[9] *Ellenberg J.H.* (1976) : Testing for a Single Outlier From a General Linear Model — Biometrics 32, 637—645.
[10] *Hawkins D.M.* (1980) : Identification of Outliers — London, Chapman and Hall.
[11] *Ispăşoiu Gh.* şi *Vodă Gh. V.* (1979) : Problema valorilor aberante în metrologie, Metrologia aplicată, vol. XX (seria nouă V).
[12] *Lund R.E.* (1985) : Tables for an aproximate test for outliers in linear models, Technometrics 17, 474—476.
[13] *Mărgăritescu E.* (1981) : Metode de comparaţie multiplă, Ed. Acad. RSR.
[14] STAS 11278—79 : Identificarea rezultatelor aberante ale măsurărilor. Seria U—42. Editura Tehnică, Bucureşti.


# Asigurarea calităţii legumelor şi fructelor proaspete pentru armonia relaţiilor consumator—producător

*LILIANA SIMION**


**REZUMAT**

Lucrarea ilustrează succint importanţa unor principii de bază a legumelor şi fructelor proaspete, în vederea asigurării unei calităţi superioare a produselor cu valoare nutritivă ridicată şi procent substanţial de principii nutritivi, cu calorii de origine vegetală la nivelul aparatului fiziologic uman. De asemenea, lucrarea constituie o punte de legătură între producător şi consumator, în vederea asigurării validării conformanţei produsului prin controlul de calitate care finalizează un ciclu managerial.

**Résumé**

L'ouvrage illustre succintement l'importance de quelques principes fondamentaux des légumes et des fruits frais pour assurer une qualité supérieure des produits à haute valeur nutritive et à un proucentage substantiel des principes nutritifs avec des calories d'origine végétable, au niveau, de l'apport physiologique humain. Également, l'ouvrage constitue un pout de liaison entre le consommateur pour asurer la validation de la conformance du produit par le contrôle de la qualité qui finalise un cycle manageriel.

**Abstract**

The paper briefly, illustrates the importance of some basic principles of the fresch vegetables and fruits in order to assure a superior quality of high nutritive value and substantial nutritional percentage products with calories of vegetal origin on the level of human physiological contribution. Likewise, the work constitutes a linking bridge between the procucer and consumer in order to insure the validation of product conformance through the quality control that finalizes a managerial cycle.


## 1. Tendinţa în producţia şi valorificarea legumelor şi fructelor

O garanţie a calităţii legumelor şi fructelor proaspete o formează concurenţa între diferitele pieţe de desfacere a fiecărui factor de producţie şi formă de proprietate în parte.

Pe piaţa internă şi externă este căutată acea ofertă în produse finite cu valoare nutritivă ridicată, cu procent substanţial de principii nutritivi, cu calorii de origine vegetală la nivelul aportului fiziologic şi cu obligaţia

* Oficiul de Stat pentru Calitate

producătorului de a-şi asuma responsabilitatea calităţii propuse, ca produsele să fie vîndute potrivit scopului în care au fost realizate, în cazul nostru legume şi fructe pentru consum în stare proaspătă.

Validarea conformanţei produsului se realizează prin controlul de calitate care finalizează un ciclu managerial, stabilind totodată cauzele care au determinat abaterile apărute în vederea corectării noului ciclu, pentru asigurarea reglajului optimal al activităţii, căruia i se fixează o anumită traiectorie optimă de desfăşurare, realizîndu-se în acest mod şi impactul funcţiei de control de calitate cu trecerea la economia de piaţă.

Între principalele direcţii în care trebuie acţionat pentru asigurarea calităţii şi prevenirea defectelor se situează faza de pregătire a producţiei şi anume :

— asigurarea de seminţe şi material săditor cu o valoare biologică ridicată ; asigurarea unui agrofond şi a unor lucrări de întreţinere adecvate soiului cultivat ; asigurarea recoltatului şi transportului optim ; asigurarea unei ambalări şi design-ul mărfurilor alimentare de natură vegetală care să asigure produse vandabile atît ca atractibilitate cît şi ca securitate alimentară. Aceasta din urmă fiind un domeniu unde practic sîntem inexistenţi pe piaţa internă şi externă şi în care, obligatoriu, trebuie concentrate eforturi mari financiare şi de concepţie.

De aceea, considerăn că, o dată cu formarea pieţei tehnologiilor şi a informaţiei va creşte şi competitivitatea cercetării ştiinţifice legumicole şi pomicole în primul rînd prin cooperare internaţională intensă şi, în al doilea rînd, prin intensificarea eforturilor autonome, fapt ce va produce schimbări vizibile şi în domeniul realizării creşterii calităţii ofertei printr-un design corespunzător cerinţei consumatorului.

În toate ţările Europei se manifestă preocupări deosebite pentru asigurarea unui consum ridicat în tot timpul anului, pe primul plan al consumului situîndu-se Italia, Franţa, Bulgaria şi Germania. Analizînd situaţia generală a producţiei de legume şi fructe la nivel european, se constată că ţara noastră face parte din ţările care îşi pot asigura necesarul de consum din producţie proprie.

## 2. Factorii care condiţionează menţinerea calităţii legumelor şi fructelor

Menţinerea calităţii legumelor şi fructelor după recoltare este condiţionată de anumiţi factori de care se ţine seama în cazul tuturor metodelor de păstrare.

Păstrarea valorii calitative a legumelor şi fructelor o perioadă mai îndelungată de timp cu pierderi minime este determinată atît de caracteristicile lor biologice, cît şi de tehnologiile folosite la recoltare, manipulare, transport şi păstrarea acestora.

Caracteristicile biologice care influenţează menţinerea calităţii produselor horticole după recoltare, se referă mai ales la structura anatomică, compoziţia chimică, intensitatea respiratorie, repaosul vegetativ etc.

Structura anatomică a legumelor şi fructelor influenţează asupra calităţii prin prezenţa ţesuturilor suberificate, a cerurilor, prin numărul de lenticele şi gradul lor de suberificare, prin structo-textura ţesuturilor care măresc sau reduc rezistenţa produselor la manipulare, la pătrunderea agenţilor patogeni, cît şi pierderea apei din ţesuturi.

Compoziţia chimică a produselor horticole poate influenţa capacitatea de păstrare, în sensul că legumele şi fructele cu un conţinut ridicat în monoglucide reţin în condiţii mai bune apa în celule, ceea ce conduce la reducerea pierderilor în greutate şi menţinerea turgescenţei.

Conţinutul ridicat în apă determină o sensibilitate mare la manipulare şi atacul agenţilor patogeni, ceea ce conduce la reducerea capacităţii de păstrare a produselor, ca de ex : căpşuni, prune, cireşe, vişine, caise, spanac etc.

Intensitatea respiratorie variază cu specia şi soiul. În general, la produsele cu un grad mai ridicat de perisabilitate se determină o intensitate respiratorie (în mg. $CO_2$ kg/h) mai mare ca de ex : mazărea verde păstăi — 40,1 ciuperci 27,3 : conopidă 24 ; salată 23,0 şi vişine 16,0.

Perioada de repaos vegetativ se întîlneşte în ciclul vital al unor legume ca de ex : bulboase, rădăcinoase, cartofi. În această perioadă (2—3 luni) legumele respective nu încolţesc, iar păstrarea acestora în primele luni de la recoltare se realizează cu uşurinţă.

În ansamblul lor, însuşirile biologice ale legumelor şi fructelor determină capacitatea lor de păstrare şi comportarea în procesul valorificării.

Legumele şi fructele cu capacitate redusă de păstrare au un conţinut ridicat în apă, ţesuturile au fermitate redusă şi sînt puţin rezistente la şocuri şi lovituri, durata de menţinere a calităţii acestora ajungînd la 2—20 zile.

Produsele cu capacitate bună de păstrare au epicarpul gros, epiderma cutinizată, cu lenticele suberficate, acoperite cu ceruri ; conţinutul în apă este mai scăzut, iar fermitatea structo-texturată ridicată, ceea ce le conferă o rezistenţă corespunzătoare la manipulare, transport şi păstrare.

*Temperatura*

Temperatura este unul din cei mai importanţi factori care influenţează menţinerea calităţii

legumelor şi fructelor, reacţiile biochimice din aceste produse fiind dependente de temperatură.

La temperaturi joase, activitatea metabolică este încetinită. Ridicarea temperaturii cu 10°C determină creşterea intensităţii respiraţiei de aproape 3,8 ori.

Ca rezultat al intensificării activităţii metabolice maturarea legumelor şi fructelor se realizează într-o perioadă mai scurtă de timp, condiţii în care sporesc şi deprecierile calitative (zbîrcire, vestejire) şi atacul de microorganisme.

După efectul pe care temperatura îl are asupra legumelor şi fructelor se deosebesc:

— temperatură letală sau de îngheţ, situată sub limita la care se produce îngheţarea apei din produse. În funcţie de durata de expunere, nivelul temperaturii şi natura produsului se produce înmuierea, brunificarea ţesuturilor şi chiar moartea celulelor;

— temperatura critică, superioară temperaturii de îngheţ şi care constituie indicatorul valorii limită la care se produc tulburări fiziologice, brunificări, modificări de textură;

— temperatura optimă de păstrare reprezentată de limitele între care legumele şi fructele se păstrează corespunzător, avînd cele mai mici pierderi şi deprecieri calitative.

Pentru păstrarea în condiţii optime este necesară o anumită temperatură caracteristică fiecărei specii sau soi.

La majoritatea speciilor de legume şi fructe, temperatura optimă de păstrare este în jur de 0°C, pentru cartofi optimul este la 4°C, pentru ardei, castraveţi, fasole şi mazăre verde, tomate şi vinete este de 7 ... 10°C.

Menţinerea unei temperaturi constante cu oscilaţii de max. ± 1°C în timp şi spaţiu este de mare importanţă pentru păstrarea legumelor şi fructelor.

Temperatura de păstrare influenţează şi procesul de transpiraţie a legumelor şi fructelor. De exemplu dacă într-un spaţiu de păstrare cu 0°C şi 85 % UR, temperatura creşte la 5°C, umiditatea relativă scade la 63 %, ceea ce determină intensificarea procesului de pierdere a apei din produsele depozitate.

*Umiditatea relativă a aerului*

Umiditatea relativă a aerului din depozite reprezintă alături de temperatură un factor important pentru păstrarea legumelor şi fructelor, influenţînd atît direct pierderea apei din produse cît şi instalarea şi evoluţia agenţilor patogeni pe legume şi fructe, ambalaje sau pe pereţii spaţiilor de păstrare.

Legumele şi fructele se depozitează în spaţii cu umiditate relativă a aerului mai mare comparativ cu cea a mediului ambiant.

Deoarece presiunea vaporilor de apă la nivelul celulelor produselor depozitate este mai mare comparativ cu presiunea vaporilor de apă din aer, se produce pierderea apei din produse.

Intensitatea acestui proces este invers proporţională cu valoarea umidităţii relative a aerului. În spaţiile frigorifice se înregistrează în mod continuu o scădere a umidităţii relative datorită condensării vaporilor de apă pe suprafaţa rece a bateriei de răcire (prin care circulă agentul intermediar). Pentru diminuarea acestui proces, în vederea menţinerii umidităţii în limitele optime, trebuie ca diferenţa dintre temperatura aerului şi a suprafeţei bateriei reci să fie menţinută la 3—4 °C.

*Circulaţia aerului*

Circulaţia aerului are ca scop:

— accelerarea răcirii produselor;

— eliminarea în exterior a gazelor şi a compuşilor volatili degajaţi de produse.

Prin realizarea unei circulaţii corespunzătoare a aerului din celulele de păstrare se urmăreşte:

— repartizarea uniformă a curenţilor de aer;

— pătrunderea aerului printre ambalaje şi produse;

— menţinerea vitezei aerului la valoarea minimă la care sînt asigurate condiţiile optime de păstrare.

Pentru scăderea temperaturii în spaţiile de păstrare este necesar să se efectueze 20 ... 50 recirculări/oră, iar pentru menţinerea factorilor de păstrare în limitele optime se consideră suficientă recircularea unui volum de aer echivalent cu 7 ... 8 recirculări pe oră, debitul acestuia ajungînd la valori de 80 ... 100 $m^3/t/h$.

În condiţiile în care este necesară reîmprospătarea aerului se consideră ca suficient coeficientul de 5 ... 10 schimburi în 24 ore.

*Compoziţia chimică a aerului*

Compoziţia chimică a aerului din spaţiile de păstrare influenţează calitatea păstrării produselor şi durata lor de păstrare.

Asigurarea unei compoziţii a atmosferei bogate în $CO_2$ şi cu conţinut redus în oxigen din spaţiile de păstrare determină frînarea intensităţii procesului de respiraţie a dezvoltării microorganismelor şi menţinerea calităţii produselor depozitate.

Reducerea intensităţii procesului de respiraţie a legumelor şi fructelor păstrate în atmosferă cu compoziţie chimică modificată determină:

— micşorarea cantităţii de căldură degajate de către produse şi deci a necesarului de frig pentru eliminarea căldurii de respiraţie;

— menţinerea culorii, fermităţii şi a valorii nutritive a produselor ca urmare a îmbibării procesului de oxidare a compoziţiilor organice.

Atmosfera controlată acţionează asupra microorganismelor parazite, întîrziind germinarea sporilor şi reducînd viteza de creştere a coloniilor şi totodată înhibînd apariţia unor boli fiziologice (pătarea Ionathan, descompunerea internă, opăreala etc).

*Lumina*

Lumina fiind factorul care intensifică desfăşurarea proceselor metabolice păstrarea legumelor şi fructelor este recomandat la întuneric.

**3. Valorificarea legumelor şi fructelor în stare proaspătă în vederea asigurării calităţii lor**

Păstrarea fructelor şi legumelor este o funcţiune fiziologobiochimică care se manifestă diferit. Apreciată în general, ea variază între 2 şi 240 zile la fructe şi între 5 şi 260 zile la legume.

Recoltarea lor se poate face pe vreme caldă şi cu umiditate relativă mare, pe vreme caldă şi uscată sau pe vreme rece şi cu umiditate relativă mare, pe vreme rece şi uscată.

Primele au şi cea mai scurtă durată de păstrare, iar ultimele cea mai lungă.

Metodele de păstrare care se aplică urmăresc să asigure condiţiile optime prin care pot fi încetinite procesele vitale din legume şi fructe după recoltare şi totodată să înhibe activitatea agenţilor patogeni. Ca rezultat se asigură menţinerea calităţii legumelor şi fructelor pe durate de timp îndelungate şi cu pierderi mai reduse.

Intensitatea activităţii metabolice se urmăreşte a fi redusă imediat după recoltare în toate etapele circuitului pe care legumele şi fructele îl parcurg pînă la consumator.

În acest scop, pe baza cercetărilor şi a rezultatelor obţinute pe plan mondial au fost elaborate tehnologii speciale de valorificare pentru fiecare produs sau grupe de produse în parte.

Tehnologiile sau metodele ce se aplică în practică pentru păstrarea legumelor şi fructelor se pot grupa în :

— metode simple în care se folosesc pentru păstrare depozite simple; beciuri şi silozuri şanţuri la pămînt;

— metode moderne care necesită spaţii special construite dotate cu instalaţii de ventilaţie mecanică, frigorife sau spaţii cu atmosferă controlată, iradiere etc.

Activitatea de valorificare se încheie odată cu prezentarea şi desfacerea produselor către consumatori, prin comercializare. În ultimul timp, modernizarea generală a comerţului s-a extins şi în sectorul de legume şi fructe, care astăzi sînt puse la dispoziţia consumatorilor şi sub formă preambalată, în ambalaje de capacităţi reduse (0,1 ... 5 kg), alături de prezentarea în vrac.

În comerţul modern de fructe şi legume în stare proaspătă, prin preambalare se creează posibilitatea alegerii produselor în funcţie de preferinţele consumatorilor, se asigură rapiditatea cumpărării, condiţii de igienă şi estetică, se înlesneşte transportul la domiciliu etc.

Diversitatea mare a ambalajelor pentru desfacerea cu amănuntul folosite la preambalare permite o prezentare foarte variată a fructelor şi legumelor, în funcţie de specificul acestor produse. Tehnologia preambalării prezintă aspecte specifice după produsul cu care se lucrează şi după dotarea tehnică a secţiilor de preambalare, deosebindu-se următoarele linii tehnologice :

— tehnologia de preambalare în pungi de polietilenă se aplică la produsele proaspete mai rezistente cum ar fi : mere, pere, citrice, tomate, rădăcinoase, ardei, ceapă, spanac, salată, verdeţuri condimentare;

— tehnologia de preambalare în plasă textilă sau din material plastic, se aplică la produsele puţin perisabile cum sînt cartofii, ceapa, merele, rădăcinoasele etc;

— tehnologia de preambalare în peliculă contractibilă se practică la produsele perisabile şi foarte perisabile folosind suportul de carton sau coşuleţe din material plastic, anvelopate în peliculă termocontractibilă. Produsele pretabile la acest gen de preambalare sînt : tomate, struguri, caise, piersici, cireşe, vişine, zmeură, căpşuni, citrice etc.

Preambalarea în peliculă termocontractibilă se execută cu ajutorul unei linii automate formate din : mese de preambalare cu cîntare semiautomate, aparat de sudat, tunel de contracţie termică, masă rotativă colectoare.

Desfacerea legumelor şi fructelor proaspete pe piaţa internă, în vederea asigurării zilnice a populaţiei se face printr-o reţea largă de unităţi de desfacere care asigură legătura între producători şi consumatori.

Magazinele de desfacere cu amănuntul a legumelor şi fructelor, pentru a-şi putea desfăşura activitatea, este necesar să aibă o anumită bază tehnico-materială.

Dotarea unităţilor de desfacere cu mobilier comercial adecvat este absolut necesară pentru asigurarea calităţii legumelor şi fructelor, avînd în vedere gradul ridicat de perisabilitate al produselor şi multitudinea de factori ce pot influenţa negativ calitatea. Astfel, este nevoie ca toate magazinele să aibă pe lîngă mobilierul nefrigorific (rafturi, tonete, gondole, cîntare) şi mobilier frigorific (vitrine frigorifice, congelatoare, gondole frigorifice, dulapuri frigorifice în depozitul de mînă.

Prezentarea (etalonarea) legumelor şi fructelor este o operaţie legată strîns de procesul desfacerii mărfurilor. Prin „a etala" se înţelege a expune. A expune mărfurile înseamnă a cunoaşte în primul rînd calitatea lor specifică şi în al doilea rînd gustul publicului şi elementele de reclamă pentru marfa respectivă. Eta-

larea legumelor şi fructelor se face atît în vitrină cît şi în interiorul sălii de vînzare prin intermediul mobilierului comercial.

Culoarea mobilierului creează imaginea care concură la decorarea generală a magazinului. Paleta de culoare trebuie să se rezolve cu mult gust şi simţ estetic. Alegerea culorilor mobilierului este determinată de următorii factori :

— produsul expus ; culoarea generală a interiorului magazinului ; culoarea materialului din care este confecţionat ; crearea unor puncte de atracţie cu efect decorativ.

Etalarea în vitrină trebuie făcută în aşa fel încît să sugereze celor ce o privesc o imagine cît mai completă asupra sortimentelor din magazin. În ea trebuie să se reflecte calitatea produselor pentru a contribui la armonizarea relaţiilor producător-consumator.

# Calitatea activităţii de service pentru satisfacerea cerinţelor posesorilor de autoturisme

*NICOLAE ANDREEV**

**REZUMAT**

Analiza calităţii de service pentru autoturisme din I.A.T.S.A. Dacia Piteşti defineşte aspecte ale noncalităţii activităţilor prin comparaţie cu cele pe plan mondial, iar din sistemul acestei activităţi, autorul face o serie de propuneri în ce priveşte dotarea şi personalul necesar.

**Résumé**

L'analyse de la qualité du service pour des voitures de tourisme de l'I.A.T.S.A. Dacia Piteşti définit des aspects de la non-qualité des activités par comparaison avec celles au plan mondial et du système de cette activité l'auteur fait une série des propositions concernant la dotation et le personnel nécessaires.

**Abstract**

The service quality analysis for touring cars of I.A.T.S.A. Dacia Piteşti defines the aspects of activity non-qualitie in comparison with those on world level, and from the system of the activity the author advances a series of proposals concerning the equipment and necessary personnel.

Un sondaj de opinie realizat ad-hoc printre clienţii zilei, ocazionali sau obişnuiţi, în unităţile service auto din reţeaua IATSA DACIA Piteşti, a evidenţiat multe şi mari nemulţumiri cu privire la servirea acestora, nemulţumiri ce se pot generaliza la nivel naţional fără a comite o gravă eroare şi care se pot concluziona fără o ordine anume, astfel :

— lipsa cu desăvîrşire a serviciilor de depanare la faţa locului sau remorcarea de la domiciliu la atelier, dintr-o staţionare de pe un traseu urban sau interurban, în cursul nopţii în timpul sărbătorilor sau repausului duminical ; nici măcar în timpul orelor de program uzual din timpul săptămînii. De asemenea, să se aibă în vedere şi organizarea de servicii comandate prin telefon, cu preluarea automobilului de la domiciliu de către agentul service şi predarea lui tot la domiciliu după repararea la atelier ;

— tratamentul deloc agreabil la care este supus clientul fără „pile", încă de la primele discuţii cînd formulează cererea la „recepţia" atelierului, pînă la terminarea lucrării, ce survine uneori prin renunţare. Ai sentimentul, sublinia un client, că ţi se face o mare favoare nu un serviciu ce-l plăteşti, de aceia trebuie să te rogi „frumos" ;

— n-a dispărut încă servirea preferenţială în executarea reparaţiilor şi mai ales în asigurarea cu piese de schimb şi materiale deficitare ; nu se respectă vechimea în aşteptarea la intrarea în reparaţii accidentale, iar odată acestea începute (după intervenţii repetate, insistente şi nu de puţine ori „argumentate în mod deosebit"), durează un timp nejustificat de lung ;

— calitate discutabilă la operaţiile tinichigerie, vopsitorie, protecţie anticorozivă, remontări de ornamente, tapiţerie, aparatură, etanşări executate neglijent, fără acurateţă, într-o estetică dezagreabilă, cu deteriorări sau fixări-strîngeri incomplete, acostaje şi jocuri neuniforme ;

— întocmirea devizelor de reparaţii în defavoarea clienţilor, în sensul încasării costului unor operaţii ce nu s-au executat ;

— efectuarea reglajelor la motor, frîne, direcţie, echilibrări de roţi, fără reuşită deplină,

* Inspecţia Judeţeană pentru Calitatea Produselor şi Serviciilor. Argeş.

necesitînd revenirea la atelier cu refacerea lucrării sau deschiderea altei comenzi. În general, lucrările se execută fără consemnarea parametrilor sau caracteristicilor cu care se predă automobilul;

— nemulțumirea cea mai mare a tuturor posesorilor de automobile se referă la lipsa pieselor de schimb de tot felul, a uleiurilor de motor și transmisie, cît și uzarea rapidă a acestora. Rareori s-a putut vorbi de abundență de piese de schimb în anii trecuți; situația de criză din anul 1990 a depășit însă limita oricărei toleranțe; piața neagră este prezentă cu toate formele ei de manifestare, cu prețuri inaccesibile automobiliștilor cu cîștiguri medii.

În dorința de a veni în sprijinul factorilor de conducere, a celor chemați să intervină prin asigurarea condițiilor favorizante grăbirii îmbunătățirilor cerute în activitatea serviciilor auto, transformări și efecte la care se va ajunge oricum prin concurență în economia de piață, încercăm să contribuim cu cîteva considerațiuni în materie, sistematizate mai jos.

Dintre produsele de folosință îndelungată, iar în ultima vreme chiar ca produs de larg consum, în atenția, preocupările și pretențiile posesorilor, autoturismul ocupă un loc cu totul special ce se explică nu numai prin prețul foarte ridicat al acestuia, comparat cu alte bunuri, dar și utilitatea comodă în activitatea sa cotidiană. Cînd este nemulțumit de comportarea în exploatare a mașinii sale, automobilistul devine foarte exigent și chiar vehement în atitudinea față de producător sau față de cel care trebuie să-i execute în bune condiții reparațiile, să-i înlăture defecțiunile ce l-au nemulțumit, să-i facă spălarea și înfrumusețarea autoturismului, schimbul de ulei etc. Nu credem că mai este necesar să analizăm îndreptățirea clientului în atitudinea sa de nemulțumire, mai ales acum, în condițiile economiei de piață spre care trecem, cînd totul trebuie conceput și făcut spre satisfacerea cît mai bună a consumatorilor-clienților. Pentru a-l înțelege perfect, n-ar trebui decît să ne transpunem în locul clientului furios pe automobilul care-l necăjește sau l-a lăsat în pană în drum spre o destinație importantă și care, adresîndu-se lucrătorului din unitatea service aleasă sau ieșită în cale, nu este bine primit și deservit.

Vom conchide că trebuie să acordăm o atenție deosebită calității în activitatea de service, chiar dacă la noi în țară nu am intrat încă în posesia și utilizarea unui mare număr de automobile, comparativ cu alte țări, sau chiar dacă lipsa pieselor de schimb, lipsa adevăratei concurențe, tolerează încă celor din service comportări și atitudini care trebuiesc descurajate pînă la dispariție.

Toate acestea au existat ca fenomene și înainte, cu sarcini și dorințe de mai bine, numai că acțiunile și măsurile de îmbunătățirea activității în service-ul auto erau ca toate celelalte, parte integrantă sau consecințe ale sistemului planificat și dirijat, supercentralizat, bazat pe educarea și perfecționarea omului prin hotărîri, decizii, sancțiuni, pe obținerea conștiinței de tip nou, socialist. Rezultatele nu au fost și nu puteau fi deloc satisfăcătoare ca urmare a ignorării acțiunii legii cererii și ofertei ce acționează indubitabil în orice sistem economic.

**Despre organizarea activității de service pentru autoturisme**

Se spune și se recunoaște unanim că un produs, oricare ar fi nivelul calității cu care iese din fabrică, după vînzare trebuie asistat, întreținut, reparat și menținut în funcțiune cît mai aproape de parametrii inițiali, pînă cînd, în general, costurile și durata de viață sînt depășite. Această activitate în țările dezvoltate se desfășoară în unități mai mari sau mai mici, organizate într-o rețea proprie sau obligatoriu afiliată fabricantului de autoturisme, chiar dacă nu-i aparține patrimonial.

În România, pînă nu de mult, vînzarea și întreținerea în exploatare a autoturismelor erau privite și tratate de către fabricant și tutelarii săi, ca activități de specialitate în afara funcțiunilor directe ale acestuia, cea ce a condus la dezinteresarea fabricantului de soarta produsului său după ce a ieșit pe porțile uzinei; de unele defecțiuni ale fabricantului era uneori făcut responsabil vînzătorul sau rețeaua service că nu le-a înlăturat înainte de vînzare sau la revizia din termenul de garanție. Obligat de lege, fabricantul se preocupa de autoturism în perioada de garanție, mai mult pentru a evita reclamațiile, dar imediat la ieșirea din perioada de garanție, cumpărătorul rămîne să se descurce singur cu toate defecțiunile și lipsurile de piese de schimb, în fața unui personal de service cu conduită dezagreabilă, favorizată de abundența de cereri față de ofertă.

În activitatea sa plină de probleme de aprovizionare, fabricantul și în prezent se ocupă cu precădere de asigurarea cu piese și materiale a fluxului său de fabricație, lăsînd rețeaua service să se aprovizioneze cu ce mai rămîne. De altfel neasigurarea cu piese de schimb a parcului de bunuri în folosință, în România a fost și mai este o problemă generală, pentru autoturisme fiind mai sensibil resimțită, în ultima perioadă atingînd deprecieri cu manifestări de mare criză.

La data de 31 decembrie 1989 în România rețeaua de service auto era constituită din total 507 unități (ateliere) cu 8144 posturi de

lucru (autoturisme) și 17722 muncitori operativi, din care IATSA DACIA Pitești deține 39,4 % din posturi, 48,3 % din muncitori în 156 ateliere (30,7 %) cu precădere pentru mărcile indigene de autoturisme; sistemul cooperației meșteșugărești execută activitate service în principal pentru autoturismele din import, deținînd 32,7 % din totalul pos-turilor de lucru, cu 30,8 % din total muncitori în 186 ateliere (36,7 %); diferența de capacități de service aparține sistemului industriei locale.

La un parc național de cca. 1200000 autoturisme, rezultă o medie de 147,34 auto/post de lucru, comparativ cu 240—250 auto/post în țările avansate. Concluzionăm la prima vedere că rețeaua românească de service auto este mai bine dotată capacitiv. Atunci, de ce sînt aglomerate atelierele service, de ce se așteaptă și durează atît de mult o reparație accidentală, de ce în unitățile din marile centre urbane în fiecare dimineață este coadă de zeci de autoturisme? Răspunsul se găsește în trei cauze:

— defectabilitatea automobilelor indigene este mai mare; în perioada 1989/1990 autoturismele DACIA și OLTCIT în perioada de garanție au intrat în medie de cca. 3 ori în atelierele service față de 1,0 ori în rețeaua RENAULT la care condițiile de garanție timp/parcurs sînt mai acoperitoare pentru client. Fiabilitatea mai scăzută în ultimul timp a pieselor de schimb de uzură determină o frecvență mai ridicată a intrărilor și intervențiilor în service și în restul exploatării, după perioada de garanție;

— utilizarea scăzută a timpului de lucru a lucrărilor din atelier, din cauza unor carențe birocrat-organizatorice pe tot fluxul de activitate (deschidere comandă, întocmire-aprobare bonuri, eliberare piese, începerea efectivă și ritm lent în execuție, aprobare-control, închidere comandă etc.).

— pierdere de timp, respectiv productivitate scăzută rezultă la operațiunile de deșurubare-înșurubare manuale (lipsă chei pneumatice) și prin lipsa întregului sortiment de piese conjugate, accesorii și elemente de asamblare- asigurare, lucrătorul recurgînd la soluții de compromis.

Față de toate rezervele de capacitate arătate mai sus, a existat și va exista o tendință de dezvoltare a rețelei service auto atît în sectorul de stat-cooperatist cît mai ales particular, prin efectul noilor reforme economice, de deschidere spre economia de piață. Un rol foarte important în încurajarea și pilotarea noilor unități ce vor apare ca și în reorganizarea actualei rețele service în concordanță cu restructurarea economiei naționale în pregătire, îl au desigur fabricanții de autoturisme:

● Fiecare producător dorește să-și organizeze propria rețea de vînzare și service, specializată pe tipurile de fabricație ale mărcii. O împărțire a actualei rețele IATSA este aproape de nerealizat chiar într-un viitor apropiat, fără o concertare-arbitrare neutră a disputelor dintre producători cît și prin operarea unor îmbunătățiri a relațiilor și metodologiilor actuale dintre aceștia și service. Rețeaua astfel constituită poate și trebuie să cuprindă pe lîngă unități proprii cu rol de filială teritorială, cu capacități de pînă la 50 posturi de lucru (locuri auto) care să execute întreaga gamă de intervenții și reparații, și unități aparținînd patrimonial particularilor, asociaților cooperatorilor sau concesionate. Pentru început trebuiesc încurajate și ajutate să funcționeze în afiliere unități de 1—2 posturi care să opereze mici intervenții, reglaje, înlocuiri de piese fără dificultăți, unități care să fie dotate și cu echipaje mobile care să depaneze la cerere sau să tracteze pînă la atelierele mai mari autoturismele cu intervenții complexe și de durată mai mare.

Relațiile de autonomie gestionară trebuie însă să aibă la bază documentația și dotarea tehnică, sistemul de evidență, urmărire și legătură informațională concepute, conduse și supravegheate de fabricant, pe bază de contracte avantajoase celor afiliați. Alimentată cu toate și suficiente piese de schimb din producția proprie și din industria orizontală, încurajată printr-o politică de prețuri și facilități financiare favorizante care să-l mențină cointeresat pe servist de producătorul de autoturisme, rețeaua de service va putea susține mulțumitor imaginea de marcă în slujba căreia s-a angajat.

● Actualele practici și relații între fabricant și service situează rețeaua ca pe un partener oarecare. Noile relații și mentalități trebuie să situeze activitatea de după vînzare (în garanție și post garanție) ca o continuare a propriei activități; altfel spus, fabricantul trebuie să considere automobilul că-i aparține tot timpul, vînzarea-cumpărarea rămînînd un contract de folosință a autoturismului de către client. Desigur că felul în care se pregătește și se încheie acest contract cu clientul are o mare importanță și aici sînt necesare, de asemenea, mari schimbări; nu ne propunem însă să dezbatem aici această temă.

### Despre sistemul de asigurarea calității în activitatea de service

Activitatea de service auto, ca activitate de vînzare și după vînzare, este un foarte important sector de spirala progresului în activitatea de asigurarea calității. Pentru o bună reușită, sistemul de asigurarea calității în serviciul auto nu trebuie disociat sau conceput separat de sistemul de asigurarea calității fabricației autoturismelor.

De aceea, politica și conducerea calității, cu toate elementele aferente, selecția modelului pentru asigurarea calității, programul calității,

manualul calității, procedurile calității etc., în activitatea de service auto se nominalizează la responsabili din personalul de service, determinate din același sistem de asigurarea calității autoturismului Implementarea sistemului de asigurarea calității în activitatea de service auto se face pe baza acelorași proceduri cadru și specifice ca la fabricația în sine, supunîndu-se prevederilor Legii privind asigurarea calității produselor și serviciilor pentru protecția consumatorului.

Un exemplu negativ al tratării sistemului de asigurarea calității activității de service disociat de activitatea de fabricație este cazul autoturismului DACIA 500, unde coordonarea Centralei tutelare nu a reușit să evite în final nemulțumirile posesorilor respectivi care acționînd prin Asociația pentru protecția consumatorilor, au blocat producerea și vînzarea pe mai departe a acestui autoturism.

**Despre alți factori ce determină calitatea serviciilor**

*Dotarea tehnică* cu scule, truse de măsurarea dimensiunilor, temperaturilor, presiunilor, dispozitive de lucru, instalații tehnologice și AMC-uri specifice mărcilor respective de automobile, în concordanță cu tehnologiile moderne pentru lucrările prevăzute a se executa în unitate, trebuie să fie în permanentă stare de funcționare, verificate și atestate periodic. În prezent, în rețeaua service există dotare tehnică nesatisfăcătoare funcțional, depășită tehnic sau insuficientă; dalta și ciocanul împreună cu cheile fixe clasice sînt, în general, alături de un tester nefuncțional, singura dotare din majoritatea atelierelor. Excepție fac cîteva unități din capitală și unele orașe, dar acestea nu schimbă impresia generală. Majoritatea operațiunilor de vopsire se execută în condiții de curățenie și coaceri la temperaturi insuficiente care nu pot asigura o bună calitate (acurateță, duritate, luciu).

Tehnicitatea și productivitatea lucrărilor ar crește substanțial dacă atelierele de service ar fi dotate cu scule pneumatice de deșurubare-înșurubare cu și fără declanșare la cuplu fixat necesare lucrărilor mecanice, de demontare-remontare; scule pneumatice de tăiere ajustare, liniar sau circular (scalexare) a tablelor la lucrările de reparații caroserii, lipsesc în 95% din ateliere. Lipsesc, de asemenea, aparate pentru determinarea consumului de combustibil, măsurarea compresiei la motoare, dispozitive pentru sablare și testare bujii; acolo unde există, nu funcționează. Nu funcționează bancurile de verificare a parametrilor aprinderii, distribuției, a carburației, dispozitive hidraulice de presare-depresare, ridicare, instalații de sudare electrică în mediu protector de gaz ($CO_2$), instalații de spălare-degresare sub presiune, ori, pur și simplu, nu se folosesc!

*Personalul* de execuție selecționat după aptitudini, bine instruit, specializat și atestat să execute lucrări de verificare, demontare montare, reglaje, la automobilele producătorului ce-l reprezintă, constituie factorul de bază dar nu singurul, în crearea și păstrarea imaginii de marcă. Atelierele cu dotare tehnică corespunzătoare, cu personal bine instruit, specializat și mereu la zi cu modificările constructorului, după verificare și atestare de către inspectorii specialiști ai fabricantului, capătă sigla (emblema) mărcii care afișată (luminos la intrarea unității, întărește sentimentul de încredere.

Satisfacerea tuturor cererilor, cu o amabilitate cît mai naturală, ar trebui să fie scopul constient al activității unităților de service pentru aceasta, personalul de primire-recepție și de conducere trebuie selectat, instruit și perfecționat, dar și remunerat corespunzător. Asigurarea clienților, condiții de așteptare pe durata intervențiilor (cînd este cazul) într-o manieră cît mai plăcută (presă la zi, muzică, video, băuturi reconfortante, propagandă tehnico-comercială pentru propriile produse și servicii etc.), aduc cu siguranță aprecieri de mulțumire din partea clienților care-și vor continua călătoria sau treburile, uitînd supărarea pricinuită de automobilul capricios.

Mărirea ofertei de service față de cerere, prin apariția de noi unități (particulare), va da naștere unei reale concurențe și indiscutabil, ceea ce cu greu se obține prin muncă asiduă și insistență, se va selecționa natural prin seriozitate, profesionalism, competență și eficiență.

# Asupra prelucrării suprafeţei de forma unui cilindru circular drept

*CONSTANTIN CORNELIU ACKER**

**REZUMAT**

Printr-un calcul exact (şi nu aproximativ, cum se mai foloseşte încă), se stabileşte avansul unghiular şi liniar, în funcţie de calitatea dorită a prelucrării, precum şi în funcţie de alţi parametri tehnici, care intervin la prelucrarea suprafeţei (în formă de cilindru circular drept) cu ajutorul frezei cilindrice. Se relevă şi unele rezerve interne privind calitatea şi productivitatea acestei prelucrări.

**Résumé**

Pour la fraise cylindrique, aussi que pour une surface métallique ayant la forme d'un cylindre de revolution dont l'usinage doit être achevé par la même fraise cylindrique, on a établi l'avance angulaire et l'avance linéaire, dépendantes de la qualité désirée de l'usinage et aussi dépendantes des autres paramètres techniques, qui interviennent pendant un tel usinage, en employant pour cela un calcul exact (et non pas un calcul approximatif, tel qu'on utilise encore). On en a relevé aussi quelques réserves internes concernant la qualité et la productivité.

**Abstract**

By an exact (and not approximate, as yet sometimes in use) calculus the angular and linear advance is established as depending upon the requested quality of processing, as well as on other technical parameters which apperar by the surface (in the form of a circular right cylinder) processing with the aid of the cylindrical milling cutter. Some interval reserves concerning the quality and productivity of this processing are also revealed.

Continuînd investigaţiile începute în [2], prezentăm mai jos unele completări la calculele exacte (nu doar aproximative, cum se folosesc ele încă) necesare prelucrării suprafeţelor metalice, cu freza cilindrică, operaţie întîlnită în atelierele mecanice în mod curent.

De data aceasta este vorba de prelucrarea suprafeţei metalice de forma unui cilindru circular drept, freza cilindrică fiind prevăzută cu plăcuţe tronconice, care pentru un anumit tip de prelucrare sînt montate sub un unghi $\alpha$ faţă de planul radial respectiv al capului de freză, la fel ca pentru prelucrarea „normală" a suprafeţei metalice plane (v. fig. 1), iar pentru alt tip de prelucrare, plăcuţele tronconice păstrîndu-şi poziţiile corespunzătoare valorii nule a unghiului $\alpha$, în ansamblul capului de freză.

În primul tip de prelucrare sus menţionat (v. fig. 2), viteza unghiulară mai mare în modul şi de acelaşi sens a capului de freză, comparativ cu viteza unghiulară a suprafeţei metalice cilindrice care se prelucrează, conduce la fronturi de lucru marcate în fig. 3, fiind săpate, pe suprafaţa metalică cilindrică, şanţuri, circulare în jurul suprafeţei metalice cilindrice şi totodată perpendiculare pe generatoarele rectilinii ale aceleiaşi suprafeţe metalice cilindrice; secţiunile transversale ale unor

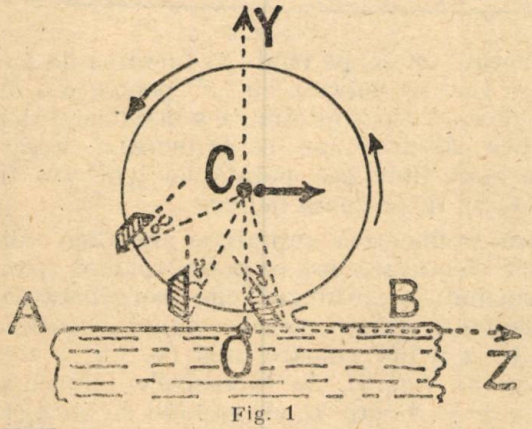



Fig. 1

asemenea şanţuri (canale) sînt arce de elipsă, generate de bazele mari circulare ale plăcuţelor tronconice din structura frezei care, fiind

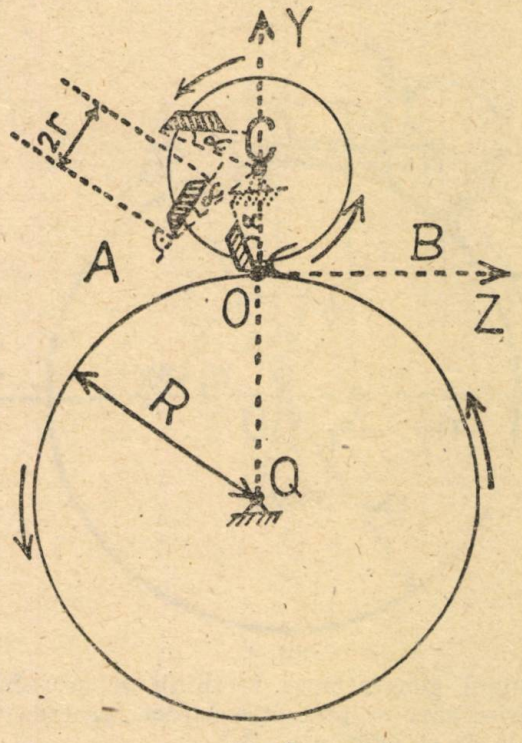



Fig. 2

înclinate de un unghiu $\alpha$ faţă de planele radiale respective ale capului de freză (v. fig. 2), se văd „ca elipse" cînd sînt privite frontal, la lucru (deci cînd sînt privite dinspre $B$ către $A$ în fig. 2, sau privind fig. 3 în lungul axei $OZ$), asemenea plăcuţe tronconice săpînd (deformînd plastic) suprafaţa prelucrată ca şi cum ele ar avea efectiv contururile de forma unor elipse.

La fel ca în [2], relaţiile (16), (21) (din [2]) oferă şi în prelucrarea suprafeţei de forma unui cilindru circular drept (v. fig. 3) atît avansul „$(f_2 - \lambda_1)$"

$$\lambda_2 - \lambda_1 = 2\sqrt{r^2 - \left(r - \frac{h}{\cos\alpha}\right)^2}$$

* Intreprinderea "Mecanica" Vaslui

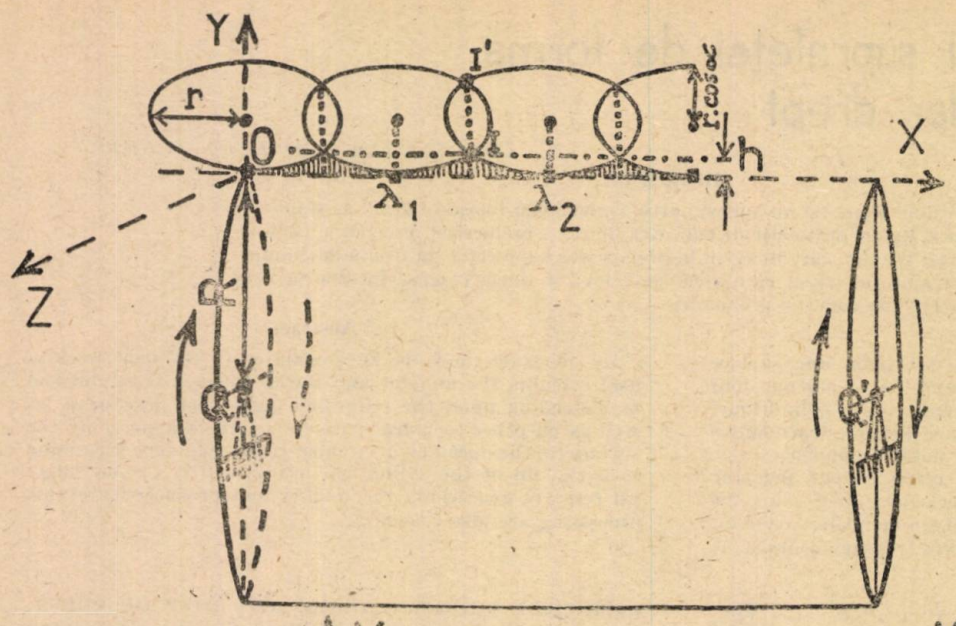



Fig. 3

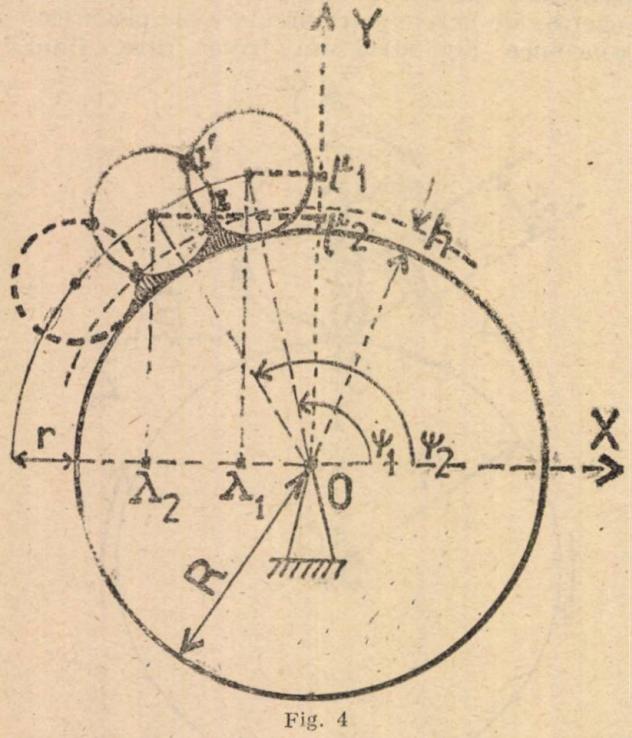



Fig. 4

în lungul generatoarei rectilinii a suprafeţei cilindrice care se prelucrează (deci productivitatea), cît şi înălţimea „$h$"

$$h = \frac{\cos \alpha}{2} \cdot \left[ 2r - \sqrt{(2r)^2 - (\lambda_2 - \lambda_1)^2} \right]$$

a ridului dintre 2 canale săpate consecutiv (deci calitatea prelucrării suprafeţei metalice), cînd una dintre acestea este precizată numeric, alături de valorile numerice ale razei $r$ a bazei mari circulare aparţinînd plăcuţei tronconice şi a unghiului $\alpha$ sub care se află înclinată aceeaşi plăcuţă tronconică (v. fig. 1,2), încît asupra acestui tip de prelucrare a suprafeţei metalice cilindrice, cu freza cilindrică, nu este nevoie să insistăm, avînd deja disponibile pentru aceasta chiar relaţiile (16), (21) din [2].

Atenţionăm asupra faptului că în [2], raza bazei mari circulare a plăcuţei tronconice

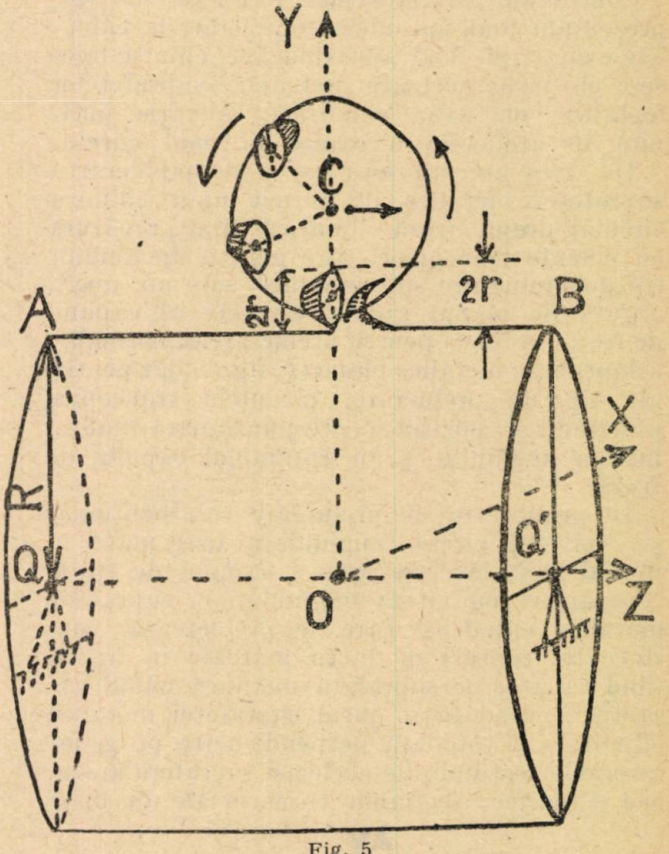



Fig. 5

este notată cu $R$, pe cînd în lucrarea de faţă, aceeaşi rază se notează cu „$r$" pentru a o distinge de raza secţiunii drepte a însăşi suprafeţei metalice cilindrice care se prelucrează, această a 2-a rază fiind cea notată cu „$R$" (v. fig. 2, 3, 4, 5), în prezenta lucrare.

Dacă prelucrarea suprafeţei metalice cilindrice se efectuează însă ca în fig. 4, adică şpanul desprinzîndu-se „în lungul" cîte unei generatoare rectilinii a suprafeţei metalice cilindrice, atunci, unghiul $\alpha$ avînd valoare nulă (v. fig. 4 comparativ cu fig. 2), la succesivele reluări ale cursei, de la $A$ spre $B$, ale capului de freză ($C$), fronturile de atac succesive, ale plăcuţei tron-

conice circulare, se prezintă ca în fig. 5 (după rotirea de cîte un unghi $(\psi_2 - \psi_1)$ a suprafeței metalice cilindrice, în jurul axului longitudinal de simetrie $QQ'$, capul de freză efectuează cîte o cursă completă de la $A$ pînă la $B$, sau, capul de freză efectuează cîte un avans $(\lambda_2 - \lambda_1)$ pe direcția $OX$ și un avans $(\mu_2 - \mu_1)$ pe direcția $OY$, după care el reia cursa completă de la A la $B$, beneficiindu-se eventual și de forma, deplin circulară de data aceasta, atît a secțiunii transversale a canalului săpat, cît și a bazei mari aparținînd plăcuței tronconice cînd aceasta din urmă este privită din spre $B$ către $A$, datorită valorii nule a unghiului $\alpha$.

Considerînd secțiunile transversale circulare a 2 canale, succesiv săpate în lungul generatoarelor rectilinii ale suprafeței metalice cilindrice (v. fig. 5) care se prelucrează, ecuațiile parametrice ale acestor 2 secțiuni, în reperul plan $XOY$, sînt

$$(1)\quad \begin{cases} x - \lambda_1 = r\cos\varphi_1 \\ y - \mu_1 = r\cdot\sin\varphi_1 \end{cases} \text{ și } (2)\quad \begin{cases} x - \lambda_2 = r\cos\varphi_2 \\ y - \mu_2 = r\sin\varphi_2 \end{cases}$$

Apelînd la un sistem de coordonate polare, cu polul în 0 și cu axa polară $OX$ (v. fig. 5), să exprimăm ecuațiile (1), (2) substituind coordonatele carteziene curente $(x,y)$ din aceste ecuații, prin expresiile lor, în funcție de coordonatele polare menționate ($x = \rho\cos\theta$, $y = \rho\sin\theta$ etc.)

$$(3)\quad \begin{cases} \rho\cos\theta - (R+r)\cos\psi_1 = r\cdot\cos\varphi_1 \\ \rho\sin\theta - (R+r)\sin\psi_1 = r\,.\,\sin\delta_1, \end{cases}$$

$$(4)\quad \begin{cases} \rho\cos\theta - (R+r)\cos\psi_2 = r\cdot\cos\varphi_2 \\ \rho\sin\theta - (R+r)\sin\psi_2 = r\cdot\sin\varphi_2 \end{cases}.$$

Ridicînd la pătrat ambii membri și adunînd apoi membru cu membru, în fiecare dintre perechile de ecuații (3), (4) obținem

$$(5)\quad \rho^2 - 2\rho(R+r)\cos(\theta - \psi_1) + (R+r)^2 = r^2,$$

$$(6)\quad \rho^2 - 2\rho\,(R+r)\,\cos\,(\theta - \psi_2) + (R+r)^2 = r^2,$$

ceea ce reprezintă ecuațiile, în coordonate polare, a celor 2 secțiuni circulare.

Pentru a afla coordonatele polare ale punctelor de intersecție corespunzătoare acestor 2 secțiuni circulare, să obținem întîi o combinație, mai simplă, a celor 2 ecuații (5) și (6), anume scăzînd membru cu membru ecuațiile (5), (6)

$$(7)\quad 4\cdot\rho\cdot(R+r)\cdot\sin\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}\cdot \sin\left(\theta - \frac{\psi_1 + \psi_2}{2}\right) = 0$$

din care distingem variantele :

$$(8)\quad \rho = 0,$$

care, împreună cu oricare dintre ecuațiile sistemului (5) — (6), nu dă decît soluții străine, deci nici un punct de intersecție căutat și

$$(9)\quad \sin\left(\theta - \frac{\psi_1 + \psi_2}{2}\right) = 0,$$

de unde

$$(10)\quad \theta - \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} = k\pi, \quad (k \in Z),$$

din care alegem $k = 0$ (ceea ce concordă și cu valoarea lui $\theta$ obținută, corespunzător punctelor de intersecție $I$, $I'$, direct intuitiv, din fig. 5), așa dar

$$(11)\quad \theta = \frac{\psi_1 + \psi_2}{2},$$

care împreună cu, de exemplu ecuația (5) (din sistemul de ecuații (5) — (6)), conduce la

$$(12)\quad \rho^2 - 2\rho\,(R+r)\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} + (R+r)^2 - r^2 = 0$$

și, rezolvînd în $\rho$, obținem

$$(13)\quad \rho_{1,2} = (R+r)\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} \pm \sqrt{(R+r)^2\cos^2\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} - (R+r)^2 + r^2},$$

sau

$$(14)\quad \rho_{1,2} = (R+r)\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} \pm \sqrt{r^2 - (R+r)^2\sin^2\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}}.$$

Avînd în vedere punctul de intersecție $I$, cel mai apropiat de 0 (v. fig. 5), vom alege semnul „—" în fața radicalului (primul termen din membrul drept, în (14), este pozitiv, date fiind valorile mici ale unghiului $(\psi_2 - \psi_1)/2$ și chiar dacă $(\psi_2 - \psi_1)/2 \in \left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$) așa dar

$$(15)\quad \rho_I = (R+r)\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} - \sqrt{r^2 - (R+r)^2\sin^2\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}}.$$

Din (15), obţinem simplu înălţimea „$h$" a ridului dintre 2 canale săpate succesiv de plăcuţa tronconică,

$$h = \rho_I - R, \tag{16}$$

adică

$$h = (R + r)\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} - \sqrt{r^2 - (R + r)^2 \sin^2\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}} - R, \tag{17}$$

sau

$$h = (R + r)\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} - \sqrt{(R + r)^2\cos^2\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} - (R + r)^2 + r^2} - R. \tag{17'}$$

Pentru a explicita (17') în avansul unghiular $(\psi_2 - \psi_1)$, ca funcţie de calitatea („$h$") a prelucrării suprafeţei metalice cilindrice, izolăm din (17') radicalul şi, ridicînd la pătrat ambii membri, rezultă

$$(R + r)^2\cos^2\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} - (R + r)^2 + r^2 = (R + r)^2\cos^2\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} - 2(R + r)(R + h)\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} + (R + h)^2, \tag{18}$$

de unde

$$\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} = \frac{(R + r)^2 - r^2 + (R + h)^2}{2(R + r)(R + h)}. \tag{19}$$

Calculînd, (din (19), derivatele parţiale ale lui $\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}$, în raport cu raza „$R$" a suprafeţei metalice cilindrice şi în raport cu raza „$r$" a bazei mari circulare aparţinînd plăcuţei tronconice, obţinem

$$\left(\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}\right)'_R = \frac{h\cdot(2R + r + h)\cdot(2r - h)}{2(R + r)^2(R + h)^2} > 0, \left(\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} \in \left(-\frac{\pi}{2}, +\frac{\pi}{2}\right)\right), \tag{20}$$

$$\left(\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}\right)'_r = \frac{-h\cdot(2R + h)}{2(R + r)^2(R + h)} < 0, \left(\frac{\psi_2 - \psi_1}{2} \in \left(-\frac{\pi}{2}, +\frac{\pi}{2}\right)\right). \tag{21}$$

Din (20) urmează că la o calitate a prelucrării impusă (prin precizarea valorii numerice a lui „$h$") şi la o rază „$r$" a bazei mari aparţinînd plăcuţei tronconice, fixată ca valoare, într-o succesiune de suprafeţe metalice cilindrice ce se prelucrează şi care au raza $R$ a secţiunii lor drepte din ce în ce mai mare, $\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}$ creşte, deci avansul unghiular $(\psi_2 - \psi_1)$ descreşte în modul, deci productivitatea descreşte, o dată cu creşterea lui $R$, pe tronsonul de suprafaţă metalică avînd forma unui cilindru circular drept.

Din (21) urmează că pentru o calitate a prelucrării precizată (prin valoarea numerică a lui „$h$") şi, la o rază „$R$" a secţiunii drepte a suprafeţei metalice cilindrice fixată, creşterea razei „$r$" a bazei mari aparţinînd plăcuţei tronconice produce descreşterea mărimii $\cos\frac{\psi_2 - \psi_1}{2}$, deci creşterea avansului unghiular $(\psi_2 - \psi_1)$ în modul şi deci creşterea productivităţii prelucrării suprafeţei metalice cilindrice, extinzînd astfel această proprietate — cunoscută în cazul prelucrării, sub orice unghi $\alpha$, a unei suprafeţe metalice plane — la cazul prelucrării unei suprafeţe metalice de forma unui cilindru circular drept, deocamdată pentru o valoare nulă a unghiului $\alpha$.

Deşi nu dispunem de calculul complet, pentru valori ale unghiului $\alpha = 0$, se poate intui faptul că montarea sub astfel de valori ale acestui unghiu, a plăcuţelor tronconice, poate aduce un spor atît la creşterea productivităţii, cît şi la creşterea calităţii prelucrării (la valori numerice precizate pentru $R$ şi $r$), acest „spor" fiind în creştere la rîndul său pentru $\alpha$ crescînd de la valoarea zero spre $\pi/2$ radiani.

Pentru cazul în care reluarea cursei capului de freză, din spre $A$ către $B$, se face nu după rotirea suprafeţei metalice cilindrice de un unghi $(\psi_2 - \psi_1)$ (v. fig. 5), în jurul axului $QQ'$ (sau $OZ$) (v. fig. 4), ci după efectuarea de către capul de freză a unor avansuri liniare, $(\lambda_2 - \lambda_1)$ pe direcţia $OX$ şi $(\mu_2 - \mu_1)$ pe direcţia $OY$, precizăm mai jos valorile acestor avansuri (dacă pentru reluarea cursei de la $A$ la $B$ a capului de freză un se roteşte suprafaţa metalică cilindrică de un avans unghiular $(\psi_2 - \psi_1)$, în jurul axului $QQ'$, ci se aplică avansurile liniare $(\lambda_2 - \lambda_1)$, $(\mu_2 - \mu_1)$ capului de freză (v. fig. 5), atunci s-ar cere în plus şi o rotire, de un unghi $(\psi_2 - \psi_1)$, a planului în care se rotesc plăcuţele tronconice, în ansamblul capului frezei cilindrice aflat în stare de funcţiune).

Din (19) obţinem avansul unghiular

$$\psi_2 - \psi_1 = \pm 2\arccos\ldots \tag{22}$$

$$\cdot \frac{(R+r)^2-r^2+(R+h)^2}{2(R+r)(R+h)} + 4k\pi, \quad (k \in Z)$$

și deoarece valoarea avansului unghiular reprezintă un unghi mic, adoptăm valoarea $k = 0$, deci

$$(23) \qquad \psi_2 - \psi_1 = \pm 3 \cdot \arccos \cdot \frac{(R+r)^2 - r^2 + (R+h)^2}{2(R+r)\ (R+h)} \cdot$$

Urmează atunci din

$$\begin{cases} \lambda_1 = (R+r)\cos\psi_1 \\ \mu_1 = (R+r)\sin\psi_1 \end{cases} \text{ și } \begin{cases} \lambda_2 = (R+r)\cos\psi_2 \\ \mu_2 = (R+r)\sin\psi_2 \end{cases},$$

(v. fig. 5), că pentru a realiza valori ale înălțimii ridului cel mult egale cu $h$ admis, trebuie ca

$$(24)\ \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 \leqslant (R+r)(\cos\psi_2 - \cos\psi_1) = -$$

$$-2(R+r)\sin\frac{\psi_2+\psi_1}{2}\sin\frac{\psi_2-\psi_1}{2}$$

și

$$(25)\ \Delta\mu = \mu_2 - \mu_1 \leqslant (R+r)(\sin\psi_2 - \sin\psi_1) =$$

$$= 2(R+r)\sin\frac{\psi_2-\psi_1}{2}\cos\frac{\psi_2+\psi_1}{2},$$

unde unghiurile $\psi_1$, $\psi_2$ etc. (v. fig. 5) fiind într-o progresie aritmetică a cărei rație este tocmai avansul unghiular $(\psi_2 - \psi_1)$ dat de (23) (care este constant pentru $R, r, h = \text{const.}$), urmează

$$(26) \qquad \psi_{n+1} = \psi_1 \pm 2 \cdot n \cdot \arccos \cdot \frac{(R+r)^2 - r^2 + (R+h)^2}{2(R+r)\ (R+h)},$$

semnul „+" corespunzînd parcurgerii, de către capul de freză, a secțiunii drepte a suprafeței metalice cilindrice, în sens pozitiv (direct) trigonometric, iar semnul „−" corespunzînd parcurgerii, de către capul de freză, a secțiunii drepte a suprafeței metalice cilindrice, în sens negativ (invers) trigonometric; aici „$n$" reprezintă numărul de ordine al cursei complete, de la $A$ la $B$, efectuată de către capul de freză, micșorat cu o unitate. Semiavansul unghiular $(\psi_2 - \psi_1)/2$ este dat de (22), iar semisuma $(\psi_2 + \psi_1)/2$ se va calcula prin $\psi_1 + \frac{\psi_2 - \psi_1}{2}$ (deși nu recomandăm decît primele expresii ale lui $\Delta\lambda$ și $\Delta\mu$). Dintre aproximantele oferite, fie de tabelele trigonometrice, fie de calculatoare, pentru valorile unghiurilor sau ale funcțiilor trigonometrice, se vor prefera aproximantele ce conduc la evaluări „prin lipsă" a avansurilor, pentru a se garanta o calitate cît mai corespunzătoare unui „$h$" maxim admis.

*Observații.* 1) Situarea, în practica prelucrări strict sub valorile prescrise de (22), (24), (25), considerate în modul, a respectivelor avansuri, conduce la o prelucrare de înaltă calitate a suprafețelor metalice în formă de cilindru circular drept.

2) Revenind la primul tip de prelucrare a suprafeței metalice cilindrice, pentru care am citat doar, direct din [2], expresiile avansului „$(\lambda_2 - \lambda_1)$" și a înălțimii „$h$" a ridului (chiar la începutul prezentului articol), însăși acele expresii, cît și derivatele lor parțiale în raport cu raza „$r$" a bazei mari circulare aparținînd plăcuței tronconice

$$(27) \qquad (\lambda_2 - \lambda_1)'_r = -\frac{2h}{(\cos\alpha)\sqrt{r^2 - \left(r - \frac{h}{\cos\alpha}\right)^2}} > 0,$$

$$(28) \qquad h'_r = (\cos\alpha) \cdot \frac{\sqrt{(2r)^2 - (\lambda_2 - \lambda_1)^2} - 2r}{\sqrt{(2r)^2 - (\lambda_2 - \lambda_1)^2}} < 0,$$

oferă argumentația pentru faptul că atît creșterea lui $\alpha$, de la zero spre valoarea $\pi/2$ radiani, cît și creșterea razei „$r$", a bazei mari circulare aparținînd plăcuței tronconice, reprezintă rezerve interne, independente una de alta, atît ale creșterii calității prelucrării, cît și ale creșterii productivității acestei activități de prelucrare prin așchiere.

*BIBLIOGRAFIA*

[1] *Enache Șt.*: Calitatea suprafețelor prelucrate; București, Ed. Tehnică, 1966.

[2] *Romanescu Iulian, Acker Constantin Corneliu, Simion Mariana, Acker L. Constantin*: Un calcul exact pentru atelierele mecanice din dotarea șantierelor navale, Revista Transporturilor și Telecomunicațiilor, Anul XVI, nr. 11, 1989, pag. 164 — 167.

## SUMMARY

**Number dedicated to the World Day of Quality**


The message of Prime Minister Petre Roman, conveyed on the occasion of the World Day of Quality 230

The message of thePresident of the European Quality Organization, G.A. Goldsmith, conveyed on the occasion of the World Day of Quality. . . . . 230

*NICOLAE DRĂGULĂNESCU :* The Common Market and the new conception about quality . . . . . 231

*VERONEL ANTONESCU :* The quality of services . 233

*TRAIAN TEODORU :* The quality : from philosophy to ... philosophy . . . . . 237

*TRAIAN NISTOR:* Considerations concerning product of services certification and homologation . . . . . 239

*NICOLAE NOICA :* Romanian traditions in building quality assurance (sec. XIX — XX) . . . . . 243

*NICOLAE FILICENCO :* Consideration on the Taguchi methods . . . . . 246

*DAN STOICHIŢOIU :* The interference between metrology and quality. The OIML system for certifying the measuring instruments . . . . . 250

*JULIEN BRATU :* International problems with respect to quality assurance . . . . . 252

*VICTOR BOLCHIŞ :* The quality function — an essential linking element between functional and technological design by setting up of the technical documents for high precision machine-tools . . . . . 254

*LUCREŢIA VASILIU* a.o. : A method of characterizing the dispersion dyes . . . . . 262

*ION MARTALOGU :* Quality evaluation by the method of demerits . . . . . 264

*ALEXANDRU DUMA :* Some problems concerning the pathology of constructions . . . . . 268

*ELENA DOVAL :* Considerations concerning the feed-back of quality assurance . . . . . 271

*MIHAELA ŞERBU :* Outliers in linear models and applications in quality control . . . . . 274

*LILIANA SIMION :* About the quality of fresh vegetables and fruits for the harmony of consumer-producer relations . . . . . 279

*NICOLAE ANDREEV :* The quality service activities iu order to satisfy the requirements of car proprietors 283

*CONSTANTIN CORNELIU ACKER,:* On the procesing of a surface in the form of a circular right cylinder . . . . . 287


## SOMMAIRE

**Numereau dedique a la Journée Mondiale de la Qualité**


Le message de Mesieur le Premier Ministre, Petre Roman, addressé à l'occasion de la Journée Mondiale de la Qualité . . . . . 230

Le mesaje de Mesieur le Président de l'Organisation Européenne de la Qualité, G.A. Goldsmith, addresse à l'occasion de la Journée Mondiale de la Qualité . . 230

*NICOLAE DRAGULANESCU :* Le Marché Commun et la nouvelle conception sur la qualité . . . . . 231

*VERONEL ANTONESCU :* La qualité des services. . 233

*TRAIAN TEODORU :* La qualitéb : de la philosophie à la ... philosophie. . . . . 237

*TRAIAN NISTOR:* Considérations concernant la certification et homologation des produits ou services . . 239

*NICOLAE NOICA :* Des traditions Roumaines dans l'assurance de la qualité des constructions (sec. XIX — XX) . . . . . 243

*NICOLAE FILICENCO :* Considération sur les méthodes Taguchi. . . . . 246

*DAN STOICHIŢOIU :* L'interférence d'entre la métrologie et la qualité. Le système OIML de certification des moyens de mesurage. . . . . 250

*JULIEN BRATU :* Problèmes internationaux concernant la certification de la qualité . . . . . 252

*VICTOR BOLCHIŞ :* La fonction de qualité — un élément de liaison essentiel entre la projection fonctionelle et technologique à la rédaction de la documentation technique pour machines-outils à rectifier de haute précision . . . . . 254

*LUCREŢIA VASILIU :* et autres : Une méthode de caractérisation des colorants de dispersion . . . . . 262

*ION MARTALOGU :* L'évaluation de la qualité par la méthode des demerites . . . . . 264

*ALEXANDRU DUMA :* Quelques problèmes concernant la pathologie des constructions . . . . . 268

*ELENA DOVAL :* Considerations concernant le feed-back de l'assurance de la qualité . . . . . 271

*MIHAELA ŞERBU :* Valeurs aberrantes dans les modèles linéaires et applications en contrôle de la qualité . . . . . 274

*LILIANA SIMION :* Sur la qualité des légumes et fruits frais pour l'harmonie des relations consommateur-producteur . . . . . 279

*NICOLAE ANDREEV :* La qualité de l'activite de service pour satisfaire l'exigences des possesseurs des voitures de tourisme . . . . . 283

*CONSTANTIN CORNELIU ACKER :* Sur l'usinage d'une surface ayant la forme d'un cylindre de révolution . . . . . 287

SOCIETATEA COMERCIALĂ I. O. R. — S. A.
Aleea I.O.R. nr. 4 Sector 3, BUCUREŞTI

## Vă oferă:

*PROIECTOARE DE PROFILE*

*NIVELE CILINDRICE*

Verificarea poziţiei orizontale a suprafeţelor plane şi a canalelor în formă de „V" ale diferitelor piese.

*NIVELE PARALELIPIPEDICE*

Verificarea poziţiei orizontale şi măsurarea unghiurilor foarte mici ată de orizontală, cu precizie ridicată sau medie a suprafeţelor plane au cilindrice.

*NIVELE CU MICROSCOP*

Măsoară, verifică şi reglează precis unghiurile suprafeţelor plane i cilindrice în domeniul cuprins între ± 120°.

*NIVELE CADRE*

Se utilizează la verificarea poziţiei orizontale şi verticale a suprafe- elor plane şi cilindrice.

*NIVELE CU UNGHI DE COINCIDENŢĂ*

Se utilizează la măsurarea şi verificarea suprafeţelor plane şi cilindrice.

*NIVELE MICROMETRICE*

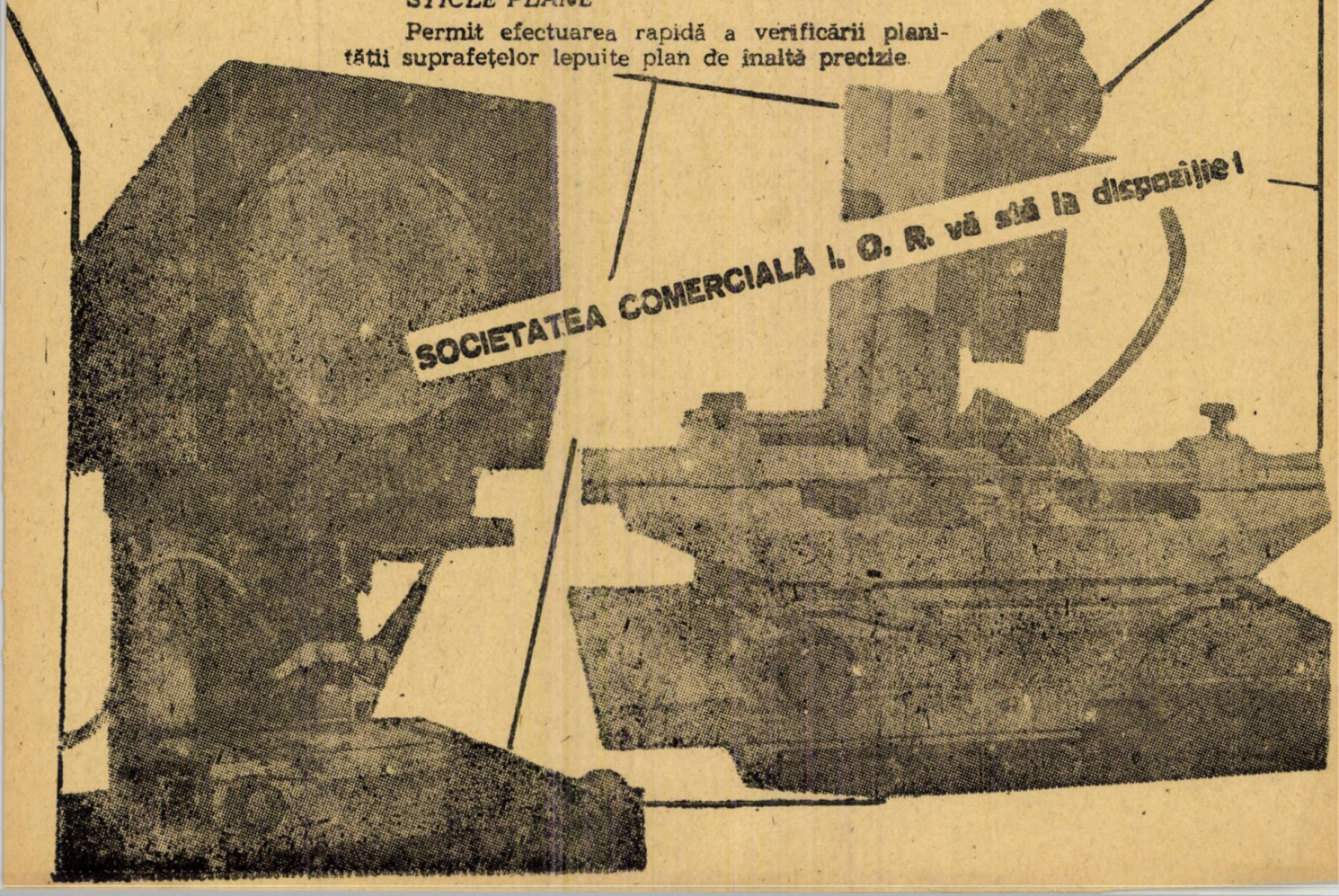
Se utilizează la verificarea poziţiei orizontale şi măsurarea precisă a unghiurilor suprafeţelor plane şi cilindrice.

*STICLE PLAN PARALELE*

Sînt destinate măsurării paralelismului şi planităţii a două suprafeţe de măsurare ale micrometrelor, pasametrelor sau altor instrumente reglabile cu suprafeţe de palpare plane, dispuse faţă în faţă.

*STICLE PLANE*

Permit efectuarea rapidă a verificării planităţii suprafeţelor lepuite plan de înaltă precizie.



**SOCIETATEA COMERCIALĂ I. O. R. vă stă la dispoziţie!**

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

REDACȚIA :

COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21 sector 1
Telefon : 15 02 00 și 17 01 60/982

ADMINISTRAȚIA :

INTREPRINDEREA DE STAT PENTRU IMPRIMATE ȘI ADMINISTRAREA PUBLICAȚIILOR

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1, București, 71 341
Telefon : 177729, 176010 și 176080. interior 2086 și 2483.

COLEGIUL DE REDACȚIE

**Redactor șef :** dr. ing. Dan Stoichițoiu

Colectiv Secțiunea **Calitate :** ing. Ioan Roman — redactor responsabil. ing. Mihai Meiu, ing. Radu Moțoiu, ing. Traian Teodoru

Colectiv Secțiunea **Fiabilitate :** dr. ing. Ioan Bacivarof — redactor responsabil, dr. ing. Adrian Mihalache, dr. Viorel Vodă, fiz. Adalbert Szakàts, dr. ing. Ulrich Wiener

Colectiv Secțiunea **Metrologie :** dr. ing. Aurel Millea, — redactor responsabil, fiz. Dragoș Boiciuc, ing. Paul Dârvariu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, ing. Radu Soviani.

**Secretar de redacție :** Viorica Burciu

1991 JUL 30

Cererile pentru abonamente vor fi adresate administrației, în contul 645150608 BCR, filiala sector 1, precum și la oficiile poștale
Costul unui abonament anual este 180 lei

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate a ISIAP Calea Victoriei 174 cont 645120608 BNR filiala sector 1

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, București, str. 13 Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

c. 3042 Tipografia „Universul”

**Lei 30**

E8225

# CALITATE FIABILITATE METROLOGIE

E8225

R PEREIRALVA 1991 -11- 15

11—12 * 1990

# SUMMARY

**Thematical number—The 4 th National Metrology Symposium**


*DRAGOŞ BOICIUC* u.a.: Apparatus for calibrating mechanic and electronic extensometers . . . . . 354

*GHEORGHE POPESCU*: The He-Ne/$^{127}I_2$ frequency stabilized laser. Construction and performance . . . 356

*CONSTANTIN ILIESCU* u.a: Digital instrument for measuring the thickness of protective coatings using the beta backscattered radiation . . . . . 358

*SILVIA REDINCIUC* and *SIMION LEFEROVIC*: Distance and level measuring instrument using ultrasounds . . . . . 363

*RODICA CRAMARESCU* u.a. On surface area measurement devices . . . . . 367

*MIHAI MOLDOVEANU* and *ALEXANDRU DUŢĂ*: Small angles generators . . . . . 372

*BRÂNDUŞA PANTELIMON* and *LAURENŢIU ILIE*: Digital instrument for measuring the planeity and rectilinearity deviations . . . . . 375

*CONSTANTIN VLAICU*: Digital wide frequency range wattmeter-varmeter using an integrated multiplier 377

*CONSTANTIN VLAICU*: Programmable frequency sinusoidal voltage generator . . . . . 380

*COSTIN CEPIŞCĂ*: Power transducer with digital output . . . . . 382

*COSTIN CEPIŞCĂ* u.a.: Digital ohmmeter with an interface for the HC-85 home computer . . . . . 384

*DUMITRU CIUCUREANU* and *ADRIAN GABURĂ*: Adaptor for capacity measurements . . . 387

*SORIN GRIGORESCU* and *COSTIN CEPIŞCĂ*: Programmable active loads . . . . . 389

*ANCA TEŞU*: Adaptor for measuring air temperature . . . . . 391

*MIRCEA SCOCIOREANU* and *ELENA CALOTĂ*: Standard samples for calorimetry produced at INMB and the perspective for future development of the laboratory in correlation with the economic evolution 393

*BENEDICT POPESCU*: Cryostat for electronic and optic measurements in high vacuum conditions . . . 395

*PETRE KÖNIG-GEORGESCU* and *NICOLAE IONIŢĂ*: On the preoccupations within INMB for increasing the variety of standard gas-mixtures used for gas analysers . . . . . 398

*PETRE KÖNIG-GEORGESCU* and *RADU POPESCU*: Apparatus for dynamic dosage of toxic gases using the permeation method . . . . . 402

*STELUŢA DUŢĂ* and *GHEORGHE ISPĂŞOIU*: On the unity of the quantity of a chemical substance — the mole . . . . . 405

*ALEXANDRU CIMPEAN*: Standard electronic system . . . . . 407

*MARIA SAHAGIA* u.a. Bulk sources used for calibrating measuring instruments for the activity of the environment . . . . . 408

*SORIN BERCEA* u.a.: Correction factors for pressure, temperature and humidity used for measuring the absorbed beta dose rate of flow using the extrapolation ion chamber . . . . . 414


# SOMMAIRE

**Numére thématique: Le 4'eme Symposion National de Metrologie**


*DRAGOŞ BOICIUC* et autres: Appareil pour vérifier des extensomètres mécaniques et électroniques . . . 354

*GHEORGHE POPESCU*: Le laser à He—Ne/$^{127}I_2$ stabilisé en fréquence. Construction et performances . . . . . 356

*CONSTANTIN ILIESCU* et autres: Appareil digital pour mesurer l'épaisseur des couches de protection utilisant la radiation béta retrodiffusée . . . . . 358

*SILVIA REDINCIUC* et *SIMION LEFEROVICI*: Appareil pour mesurer la distance et le niveau utilisant les ultra-sons . . . . . 363

*RODICA CRAMARESCU* et autres: Considerations sur les appareil pour mesurer l'aire des surfaces . . . . . 367

*MIHAI MOLDOVEANU* et *ALEXANDRU DUŢĂ*: Générateures des petits angles . . . . . 372

*BRÂNDUŞA PANTELIMON* et *LAURENŢIU ILIE*: Appareil digital pour mesures les déviation de planeité et de rectilignearité . . . . . 375

*CONSTANTIN VLAICU*: Wattmètre-varmètre numérique à multiplicateur integré avec une grande largeur de bande . . . . . 377

*CONSTANTIN VLAICU*: Générateur de tension sinusoidale à fréquence programmable . . . . 380

*COSTIN CEPIŞCĂ*: Transducteur de puissance à sortie numérique . . . . . 382

*COSTIN CEPIŞCĂ* et autres: Ohmmètre numerique avec interface pour le microcalculateur HC-85 . . . 384

*DUMITRU CIUCUREANU* et *ADRIAN GABURĂ*: Adapteur pour mesurer la capacité . . . . . 387

*SORIN GRIGORESCU* et *COSTIN CEPIŞCA*: Charges non-réactives programmable . . . . . 389

*ANCA TEŞU*: Adapteur pour mesurer la temperature de l'air . . . . . 391

*MIRCEA SCOCIOREANU* et *ELENA CALOTĂ*: Les substances-étalons pour la calorimétrie produit par INMB et quelques consideration sur le developement du laboratoire en corrélation avec l'evolution economique . . . . . 393

*BENEDICT POPESCU*: Cryostat pour mesurages électroniques et optiques en vide élevé . . . . . 395

*PETRE KÖNIG-GEORGESCU* et *NICOLAE IONITĂ*: Les préocupations de l'INMB pour diversifier les étalons de concentration de gaz necessaires pour les gaz-analiseurs . . . . . 398

*PETRE KÖNIG-GEORGESCU* et *RADU POPESCU*: Installation pour le dosage dinamique de gaz toxiques utilisant la diffusion . . . . . 402

*STELUŢA DUŢĂ* et *GHEORGHE ISPĂŞOIU*: Considerations sur l'unité de mesure pour la quantité de matière le „mole" . . . . . 405

*ALEXANDRU CIMPEAN*: Système électronique étalon . . . . . 407

*MARIA SAHAGIA* et autres: Des sources étalon volumetriques destinée à étalonner les appareills de mesure pour l'activité du milieu ambiant . . . . . 408

*SORIN BERCEA* et autres: Des corections pour la pression, la température et l'humidité destinées aux mesurages des doses absorbies béta à l'aide de la chambre d'ionization . . . . . 414

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

Publicație de informare și dezbatere
tehnico-economică
a

COMISIEI NAȚIONALE PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE


## SUMAR

**NUMĂR DEDICAT CELUI DE AL 4-LEA SIMPOZION NAȚIONAL DE METROLOGIE**


*DRAGOȘ BOICIUC* ș.a. : Aparat pentru verificat extensometre mecanice și electronice . . . . . 354

*GHEORGHE POPESCU* : Laserul cu He — Ne/$^{127}I_2$ stabilizat în frecvență. Construcție și performanțe . . . . . 356

*CONSTANTIN ILIESCU* ș.a. : Aparat digital pentru măsurarea grosimii straturilor de acoperire folosind radiația beta retrodifuzată . . . . . 358

*SILVIA REDINCIUC* și *SIMION LEFEROVICI* : Aparat pentru măsurări de distanță sau nivel cu ultrasunete . . . . . 363

*RODICA CRAMARESCU* ș.a. : Considerații privind aparatele pentru determinarea ariei suprafețelor . . . . . 367

*MIHAI MOLDOVEANU* și *ALEXANDRU DUȚĂ* : Generatoare cu unghiuri mici 372

*BRÂNDUȘA PANTELIMON* și *LAURENȚIU ILIE* : Aparat digital pentru măsurarea abaterilor de planeitate și rectilinitate . . . . . 375

*CONSTANTIN VLAICU* : Wattmetru-varmetru numeric cu multiplicator integrat cu bandă largă de frecvență . . . . . 377

*CONSTANTIN VLAICU* : Generator de tensiune sinusoidală cu frecvența programabilă . . . . . 380

*COSTIN CEPIȘCĂ* : Traductor de putere cu ieșire digitală . . . . . 382

*COSTIN CEPIȘCĂ* ș.a. : Ohmmetru digital cu interfață pentru cuplare la un microcalculator HC — 85 . . . . . 384

*DUMITRU CIUCUREANU* și *ADRIAN GABURĂ* : Adaptor pentru măsurarea capacităților . . . . . 387

*SORIN GRIGORESCU* și *COSTIN CEPIȘCĂ* : Sarcini active programabile . . . 389

*ANCA TEȘU* : Adaptor pentru măsurarea temperaturii aerului . . . . . 391

*MIRCEA SCOCIOREANU* și *ELENA CALOTĂ* : Substanțe etalon pentru calorimetrie realizate în cadrul INMB și repere ale dezvoltării activității laboratorului în viitor, în corelație cu evoluția economică . . . . . 393

*BENEDICT POPESCU* : Criostat pentru măsurări electronice și optice în condiții de vid înaintat . . . . . 395

*PETRE KÖNIG-GEORGESCU* și *NICOLAE IONIȚA* : Preocupările IMNB pentru diversificarea gamei de etaloane de concentrație de gaze necesare asigurării metrologice a gazanalizoarelor . . . . . 398

*PETRE KÖNIG-GEORGESCU* și *RADU POPESCU* : Instalație de dozare dinamică a gazelor toxice prin metoda permeației . . . . . 402

*STELUȚA DUȚĂ* și *GHEORGHE ISPĂȘOIU* : Unele considerații cu privire la unitatea SI a cantității de substanță „mol” . . . . . 405

*ALEXANDRU CÎMPEAN* : Sistem electronic etalon . . . . . 407

*MARIA SAHAGIA* ș.a. : Surse etalon de volum, destinate etalonării aparaturii de măsurare a activității probelor de mediu . . . . . 408

*SORIN BERCEA* ș.a. : Corecții de presiune, temperatură și umiditate la măsurarea debitului dozei absorbite beta prin metoda camerei de ionizare de extrapolare 414



BIBLIOTECA CENTRALĂ

# Aparat pentru verificat extensometre mecanice şi electronice

*DRAGOŞ BOICIUC, ELENA DUGHEANU, REMUS DUGHEANU* *)

**REZUMAT**

În general, pentru a calibra şi verifica un extensometru, este necesară aplicarea între cuţitele — fixe şi mobile — sau între braţele punţii traductorului extensometric, a unei deplasări cunoscute cu exactitate. Din compararea valorilor cunoscute ale deplasării generate cu aparatul prezentat şi a valorilor citite pe comparatoarele mecanice sau pe blocul electronic al extensometrului, rezultă valorile alungirii şi erorile corespunzătoare. Prin folosirea unor piese uşor interschimbabile este posibil a se verifica extensometre mecanice, electrice şi electronice cu lungimea de bază de maxim 200 mm, de asemenea comparatoare mecanice sau electronice, valoarea diviziunii tamburului gradat fiind de 0,001 mm.

**Abstract**

Calibration consists of applying a known displacement to the clip — on gage extensometer arms. This causes a proportional change in the resistance of the transducers bridge circuit. This relationship between known arm displacement and corresponding output voltages is the basis of strain calibration. The extensometer calibration consists of an accurate micrometer head, a stiff but compact precision — machined frame, and interchangeable fixture for clip — on gages and extensometers. The easily interchangeable standard fixture accomodate any standard clip — on gage or extensometer having up to 200 mm of gage length and each minor division on head repersents conservatively of 0,001 mm.

**Résumé**

En general, pour étalonner et vérifier un extensomètre il faut q'un déplacernent précisérnent connu soit appliqué entre les conteaux — fixes et mobiles — ou entre les branches du pont du transducteur extensométrique. En comparant les valeurs connus du déplacement generé par cet appareil avec les valeurs indiqués par les comparateurs mecaniques ou par le dispositif electronique de l'extensomètre on peut obtenir les valeurs de l'allongement et des erreurs correspondantes. En utilisant des pièces facilement interchangeables, il est possible de vérifier des extensomètres mecaniques, électriques et électroniques ayant la longeur de base de maximum 200 mm, aussi que des comparateurs mecaniques et électroniques ayant la division du tambur gradé de 0,001 mm

În metodologia de verificare a extensometrelor mecanice sau electronice se impune folosirea unui aparat de generat deplasări, care să îndeplinească anumite condiţii, aparat numit uzual calibrator de extensometre. Avînd în vedere faptul că firmele ce produc extensometre le dotează opţional şi cu calibratoare, apare necesitatea de verificare a extensometrelor existente în laboratoarele de încercări mecanice, dar care nu au în dotare un astfel de aparat.

Aparatul de verificat extensometre prezentat are valoarea diviziunii de 0,001 mm şi cursa de măsurare de 25 mm, fiind posibilă şi verificarea comparatoarelor mecanice printr-o dispunere convenabilă a părţilor sale componente.

În principal, aparatul de verificat extensometre se compune din următoarele părţi, conform fig. 1 :

—1, 2, 3 — şuruburi de fixare a celor trei suporţi ; 4— coloana aparatului ; 5 — suport de reazem al mîinii ; 6 — cap micrometric de acţionare cu valoarea diviziunii de 0,001 mm ; 7 — tambur gradat pentru citire ; 8 — reper de micrometri ; 9 — şurub de fixare al capului micrometric ; 10 — suportul capului micrometric ; 11 — palpator semisferic al tijei culisante ;

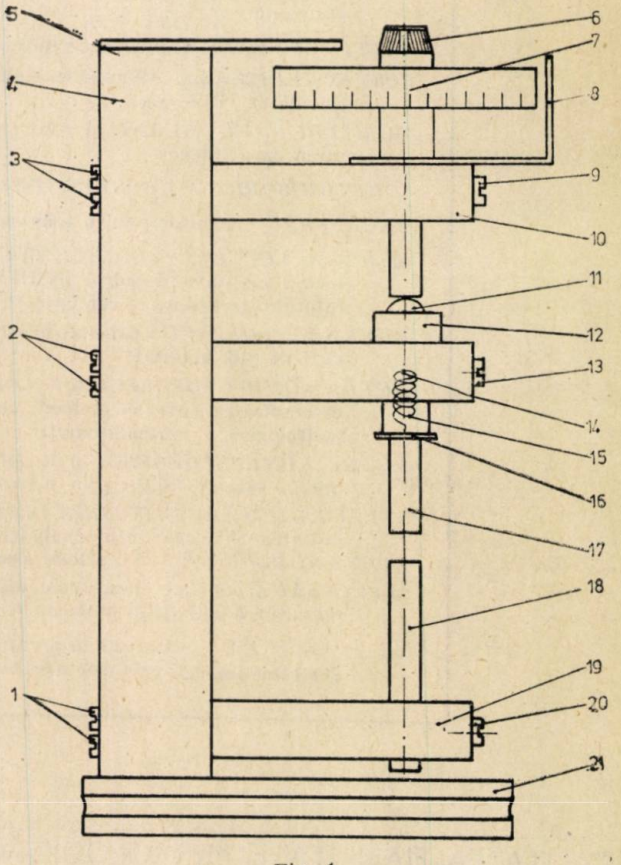



Fig. 1

*) Institutul Naţional de Metrologie

12 — suportul tijei culisante; 13 — șurub de strîngere al culisorului; 14 — știft de prindere fixă a resortului; 15 resort; 16 — suport de prindere a părți mobile a resortului; 17 — tija culisantă; 18 — tija fixă; 19 — suportul tijei fixe; 20 — șurub de fixare a tijei fixe; 21 — suportul aparatului.

În fig. 2 la poziția 22 este prezentat un extensometru mecanic montat în poziția de lucru a aparatului.

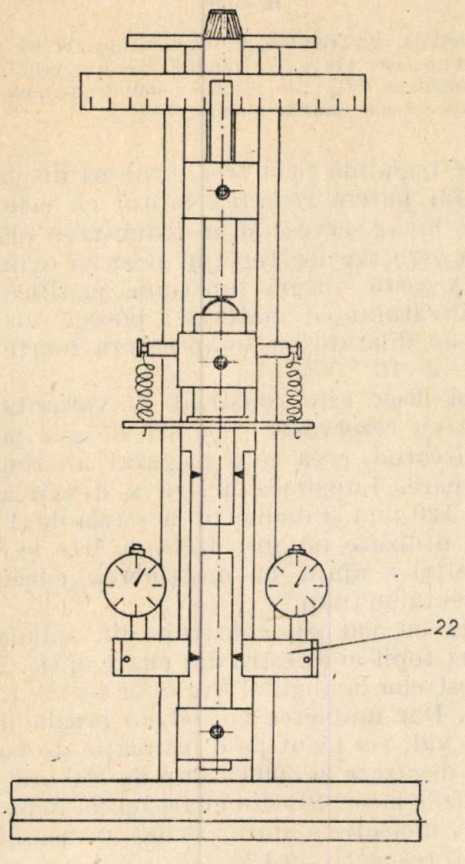



Fig. 2

Practic, ideea de bază a aparatului este legată de posibilitatea de a da deplasări controlate, micrometrice, cu ajutorul unui cap micrometric de acționare (6), prevăzut cu tamburul gradat (7), a unei tije culisante (17), montată într-un alezaj special cu joc minim, conceput pe principiul piston — cilindru.

Măsurarea cu acest aparat se face în modul următor: se fixează indicația tamburului micrometric (7) pe un reper (8) după care urmează montarea fermă a extensometrului (22) pe tija culisantă (17) și respectiv pe tija fixă (18).

După ce extensometrul a fost reglat pe poziția sa de zero, se generează deplasări micrometrice dorite, conform metodologiei de verificare cuprinsă în NTM 1 — 76 — 89 și NTM 1 — 70 — 83, urmînd apoi prelucrarea rezultatelor măsurării, aparatul etalon fiind în acest caz calibratorul de extensometre.

Prin realizarea acestui aparat este posibilă verificarea extensometrelor mecanice cu un comparator sau două comparatoare, pe una sau două generatoare, de temperatură ambiantă sau de înaltă temperatură, atît la tracțiune cît și la compresiune, cît și extensomtre electrice sau electronice de fabricații MTS — SUA, WOLPERT — OTTO GERMANIA sau IAUC — ROMANIA, pentru lungimi de bază de 10, 25, 50 și 100 mm și clase de precizie *B*1, *B*2, *C*, *D* etc.

De asemenea, prin montarea corespunzătoare a componentelor sale conform fig. 3 se poate

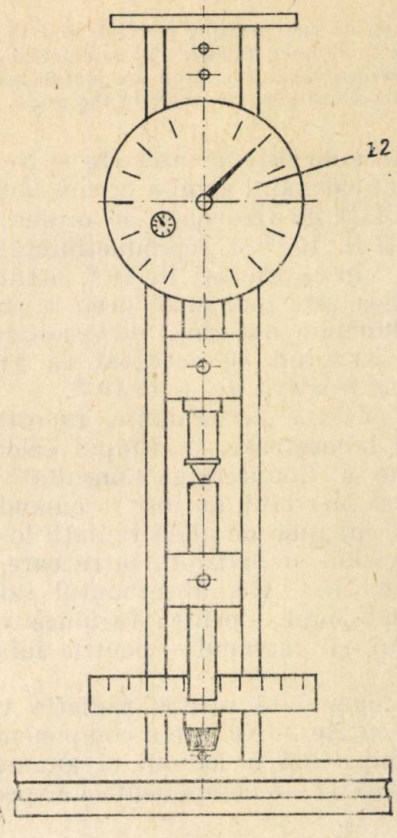



Fig. 3

extinde domeniul de utilizare al aparatului la verificarea comparatoarelor mecanice cu cadran (23) cu valoarea diviziunii de 0,1, 0,01 mm avînd cursă normală sau cursă lungă.

Practic, avantajele folosirii unui asemenea aparat constau în smplitatea și rapiditatea verificărilor efectuate asupra extensometrelor mecanice sau cele electrice și electronice, construcția sa fiind executată fără a se recurge la componente sau materiale din import, iar prezența sa într-un laborator de încercări mecanice făcînd posibilă verificarea extensometrelor de cîte ori necesitățile de ordin procedural sau tehnic o impun.

*BIBLIOGRAFIE*

*** NTM 1 — 76 — 89 Verificarea metrologică a extensometrelor electronice

*** NTM 1—70—83 Verificarea metrologică a extensometrelor mecanice

*** ASTM E 83—85 Verification and classification of extensometre

Prospecte și materiale documentare ale firmei MTS—SUA

# Laserul cu He–Ne/$^{127}I_2$ stabilizat în frecvenţă. Construcţie şi performanţe

GHEORGHE POPESCU *

**REZUMAT**

Se descriu construcţia, modul de funcţionare şi performanţele unui laser He—Ne stabilizat cu ajutorul unei celule exterioare conţinînd $^{127}I_2$. Rezultatele obţinute sînt comparabile cu cele realizate pe plan internaţional.

**Abstract**

The construction, the operating principle and the performance of a He — Ne laser stabilized by an external cell containing $^{127}I_2$ are described. The result are proved to be comparable with those achieved elsewhere in the world.

**Résumé**

On décrit la construction, le fonctionement et les performances d'un laser He — Ne stabilisé avec une cellule exterieure contenant $^{127}I_2$. Les résultats sont comparables avec les quelles obtenus dans le monde.

Dezvoltările de sisteme laser He — Ne avînd ca absorbant saturabil iodul a permis obţinerea unei stabilităţi de frecvenţă de ordinul a cîteva unităţi în $10^{10}$ şi reproductibilităţi mai bune decît cîteva unităţi în $10^9$, astfel încît incertitudinea este mai mică decît a standardului de lungime anterior, materializat prin lampa cu Krypton 86 acceptat ca avînd o incertitudine relativă de $\pm 4 \cdot 10^{-9}$.

Datorită acestor performanţe, raportate de mai multe laboratoare, în timpul celei de a 5-a Sesiune a Comitetului Consultativ pentru Definirea Metrului, au fost recomandate ca etaloane de lungime de undă radiaţii laser din domeniul vizibil şi invizibil, între care şi ale laserului cu He — Ne, absorbantul saturabil utilizat fiind iodul — pentru regiunea vizibilă a spectrului şi metanul — pentru infraroşul apropiat.

Linia recomandată pentru radiaţia vizibilă a laserului cu He — Ne este o componentă din structura hiperfină a iodului şi anume linia R(127), banda 11—5 componenta *i* a spectrului izotopului $^{127}I_2$.

Pe lîngă utilizarea sa ca radiaţie etalon în definirea lungimii, alte aplicaţii fac uz de acest tip de laser. Amintim în acest sens : interferometre pentru măsurarea stress-ului în scoarţa terestră, interferometre pentru măsurarea locală a constantei gravitaţionale, interferometre pentru detectarea undelor gravitaţionale etc.

## 1. Laserul cu He—Ne/$^{127}I_2$ stabilizat în frecvenţă. Construcţie

În construcţia laserului s-a avut în vedere structura comună a laserilor cu He—Ne, dar şi necesitatea de a introduce în cavitatea laser un element nou, celula conţinînd elementul absorbant, iodul.

Astfel, construcţia mecanică s-a realizat pe baza a trei bare de invar. Prin suporţi de aluminiu, izolaţi termic faţă de bara de invar, se fixează tubul laser şi celula cu iod. Dacă poziţia tubului laser nu este reglabilă, celula cu iod este reglabilă prin trei şuruburi dispuse la 120°. Mai putem remarca faptul că cele trei bare de invar servesc şi la distanţarea plăcilor faţă de care are loc reglajul poziţiei oglinzilor laser. Această ultimă funcţiune justifică alegerea invarului ca material : posedă un coeficient de dilatare cu temperatura foarte scăzut ($1 - 2 \cdot 10^{-6}$/°C).

Tubul laser este construit în variantă asimetrică cu rezervoare separate de gaz pentru anod şi catod, ceea ce a asigurat un timp de viaţă mare. Lungimea activă a descărcării a fost de 120 mm şi diametrul acesteia de 1 mm. Gazele utilizate au fost izotopii $^3He$ şi $^{20}Ne$. Doi getter-i ajută la menţinerea curăţeniei amestecului în timp.

Celula cu iod s-a construit din tubulatură de cuarţ topit şi ferestre din cuarţ optic. Fixarea ferestrelor la unghiul Brewster s-a făcut prin sudură. Dar umplerea cu iod, în prealabil distilat în vid, s-a făcut pe o instalaţie de vidare, după o degazare la 300°C timp de 150 ore.

Oglinzile laser sînt din cuarţ optic, depuse cu straturi dielectrice dure, avînd transmisii de 0,3% şi, respectiv, 0,1%.

Spaţiile dintre elementele cavităţii laser au fost protejate prin manşoane de cauciuc.

Din punct de vedere fizic, prezenţa în cavitatea laser a celulei cu iod determină apariţia unor vîrfuri de putere pe curba ce dă variaţia puterii de ieşire în funcţie de lungimea cavităţii laser, datorită saturării cîştigului laser pe frecvenţele liniilor hiperfine ale iodului.

Mărimea acestor vîrfuri este de circa 0,15% din puterea laser pe acea frecvenţă şi o lungime de circa 6 MHz, în care „temperatura degetului rece" este în jurul a 15°C.

Sistemul electronic de stabilizare are în vedere detectarea maximului vîrfurilor de putere, care corespund frecvenţelor liniilor hiperfine ale iodului şi fixarea funcţionării laserului pe una din aceste frecvenţe, controlînd pentru aceasta lungimea cavităţii rezonante. În acest scop, prin intermediul unui element piezoceramic se asigură modularea lungimii cavităţii rezonante pe o frecvenţă de 1kHz şi detecţia puterii de ieşire a laserului. Amplificatoare

* I.F.A. — I.F.T.A.R — Măgurele

acordate selectează armonica a treia a semnalului detectat și în blocul detectorului sensibil la fază se asigură detecția sincronă, care furnizează un semnal de eroare, a cărui fază și amplitudine poartă informația privind punctul de funcționare în raport cu maximul vîrfului de putere. Un integrator și un amplificator de înaltă tensiune prelucrează semnalul de eroare și se aplică un al doilea element piezoceramic care corectează lungimea cavității în sensul anulării semnalului de eroare.

În blocul electronic mai este prezentă o sursă de alimentare a descărcării tubului laser și o alta pentru controlul temperaturii degetului rece al celulei cu iod.

Tensiunile de alimentare ale tuturor blocurilor electronice sînt furnizate de o sursă de tip NIM — SI 614, care este legată printr-un cablu multifilar de unitatea laser, în care este dispus atît laserul propriu-zis cît și sistemul electronic.

## 2. Laserul cu He — Ne/$^{127}I_2$ stabilizat în frecvență. Performanțe

Cîteva din caracteristicile acestui tip de laser au fost măsurate prin metode și cu aparatură existentă în țară, altele în laboratoare de cercetare sau metrologice din Cehoslovacia.

O primă serie de parametri măsurați sau verificați au fost : puterea laser, structura modală, prezența liniilor de absorbție, stabilitatea de frecvență.

Puterea emisă de laser a fost de 80 μW, în medie, depinzînd și de temperatura degetului rece.

Structura modală a fost monomodală transversal (asigurată prin corelarea lungimii cavității, diametrul capilarului de descărcare, raza de curbură a oglinzilor) dar și monofrecvență, dat fiind nivelul de pierderi din cavitate. Pentru cei 290 mm distanță geometrică între oglinzi, am obținut o plajă de 450 MHz funcționare monofrecventă.

Structura de linii a fost evidențiată prin înregistrări ale semnalului de ieșire al detectorului sensibil la fază. S-au înregistrat un număr de 10 linii, cele notate în literatură cu *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i*, *j*, adică și linia recomandată ca referință. Privind stabilitatea de frecvență, măsurările s-au făcut utilizînd bătăile de frecvență între doi laseri și trecerea acestei informații în domeniul analogic printr-un convertor digital-analog (frecvență-tensiune). Din înregistrările realizate, în urma efectuării etalonării conversiei a fost estimat gradul de stabilitate relativă a frecvenței la $5 \cdot 10^{-10}$ pe termen de 1 h.

Metoda folosită pentru măsurarea stabilității de frecvență mai sus expusă nu este una de mare precizie, ea fiind impusă de condițiile dotării tehnice precare la nivel I.F.T.A.R. și I.N.M.. Ca urmare, s-au refăcut măsurările în cadrul Institutului de Instrumente Științifice din Brno și la Departamentul de Metrologie Cuantică din Praga. În ambele laboratoare s-a obținut o stabilitate relativă de frecvență prin metoda măsurării variației Allan de $3 \cdot 10^{-11}$ pentru un interval total de timp de 13 h, iar prin folosirea măsurărilor matriciale în același grup de linii, s-a măsurat repetabilitatea fixării pe o linie, ca fiind în limita a $10^{-10}$.

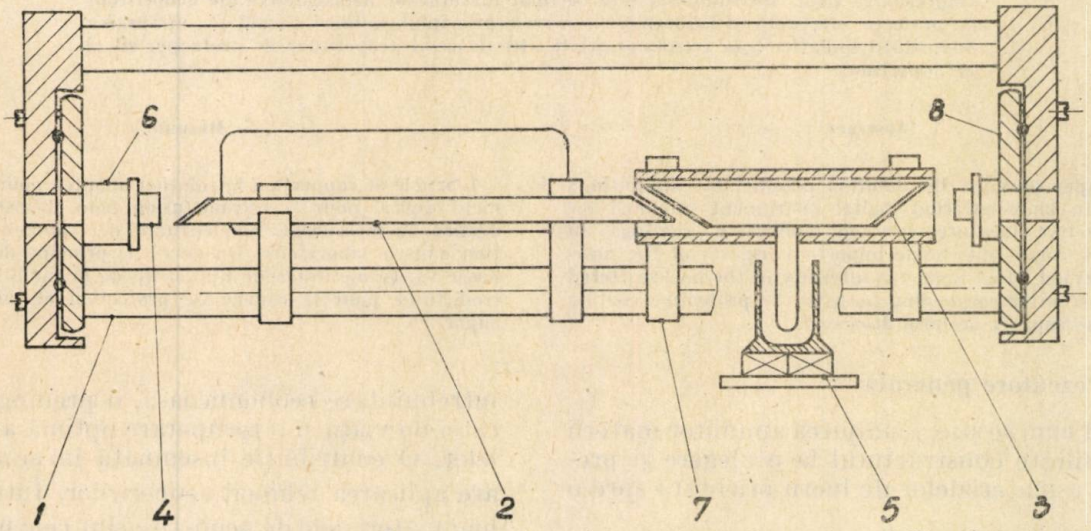



Fig. 1. Schema laserului cu He — Ne/$^{127}I_2$ 1 — bară de invar ; 2 — tub laser ; 3 — celulă cu iod ; 4 — oglindă laser ; 6 — traductor piezoceramic ; 7 — suport reglabil celulă ; 8 — suport reglabil oglindă laser.

În ceea ce privește timpul de viață al laserului, acesta este limitat de timpul de viață al tubului laser. Pînă la această oră tubul laser are circa 1000 ore de funcționare și aproximativ 10 luni de existență, neobservîndu-se deprecierea puterii emise în mod esențial.

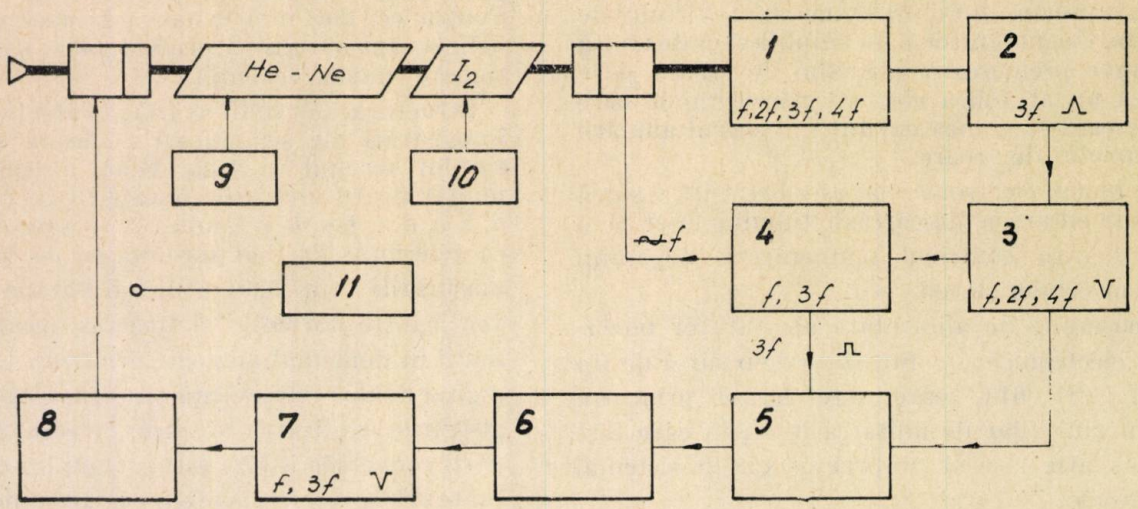



Fig.2. Schema bloc a sistemului electronic de stabilizare al laserului He — Ne/$^{127}I_2$
1 — detector și preamplificfor; 2 — amplificator acordat pe armonica a treia; 3 — filtre de rejecție; 4 — generator de semnal sinusoidal și dreptunghiular; 5 — detector sensibil la fază; 6 — filtre de injecție; 7 — integrator; 8 — amplificator de înaltă tensiune; 9 — sursă alimentare tub laser; 10 — sistem de control a temperaturii degetului rece; 11 — rampă de tensiune.

# Aparat digital pentru măsurarea grosimii straturilor de acoperire folosind radiația beta retrodifuzată

*CONSTANTIN ILIESCU, BRÎNDUȘA PANTELIMON*)*
*DAN MIHAI FARCAȘIU, VASILE BOHM***

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă soluția adoptată pentru un instrument digital pentru retroîmprăștierea beta. Instrumentul este destinat măsurărilor nedistructive ale acoperirilor de protecție efectuate în laborator. Se descrie principiul metodei bazată pe măsurarea intensității radiației beta retroimprăștiate atît în cazul acoperirilor de protecție, cît și al suportului.

**Abstract**

The paper presents the solution adopted by the authors for a beta backscattering digital instrument intended for nondestructive measurements on protective coatings in laboratory conditions. Some important aspects of the measuring method based upon the intensity of the backscattered beta radiation corresponding both to the protective coating and to the support are also discussed.

**Résumé**

L'article se rapporte à la solution adoptée pour un instrument digital pour la retrodiffusion béta. L'instrument est destiné au measurage nondistructif des couches de protection dans le laboratoire. On décrie le principe de la métode basée sur le mesurage de l'intensité de la radiation béta retrodiffusée pour le couche de protection et aussi pour le suport.

## 1. Prezentare generală

După cum se știe, scumpirea anumitor materii prime silește constructorul la o alegere și prelucrare a materialelor de lucru orientată spre o întrebuințare economicoasă, o prelungire a duratei de viață și o recuperare optimă a materialelor. O contribuție însemnată în acest sens o are aplicarea tehnicii acoperirilor. Întrucît tocmai materialele de acoperire sînt cele mai scumpe, trebuie avut grijă să se realizeze grosimea

* Institutul Politehnic București
** Institutul de Fizică Atomică Măgurele

Grosimea optimă a acoperirilor trebuie corelată cu aderența stratului care determină timpul de viață a unui material. Este necesar un control riguros și continuu al grosimii acoperirilor în paralel cu studiul aderenței stratului. Dintre numeroasele fenomene fizice care stau la baza măsurării grosimii acoperirilor sînt unele foarte adecvate pentru măsurări nedistructive. Cu toate că aceste metode presupun o aparatură simplă și ieftină utilizabilă în flux tehnologic, aria lor de aplicabilitate rămîne restrînsă. În tabelul 1 se arată metodele indicate a fi folosite pentru diferite combinații ale materialelor de bază și de acoperire. În tabelul 1 avem : $J$ — metoda cu jet ; $B$ — metoda radiațiilor beta retrodifuzate ; $Ec$ — metoda curenților Eddy ; $F$ — metoda Foucault ; $Q$ — metoda Coulometrică.

Din această sistematizare rezultă că un procedeu de măsurare nedistructivă a grosimii acoperirilor galvanice care să poată trata o gamă largă de combinații depunere-suport rezultă prin folosirea metodei radiațiilor beta retrodifuzate. Aparatul ce constituie obiectul acestei lucrări are la bază această metodă.

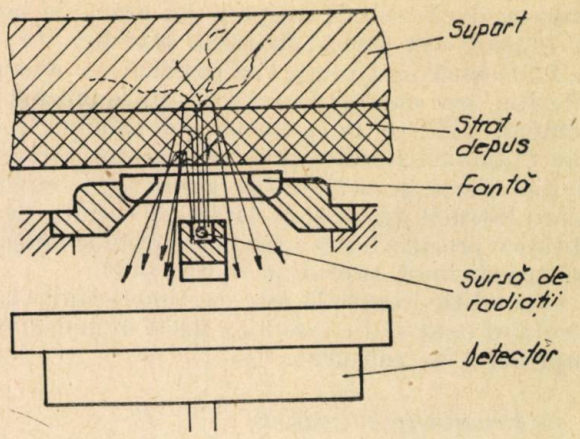



Fig. 1. Dispozitivul de măsurare

suficient de subțire. Măsurarea intensității radiației beta retrodifuzate permite determinarea grosimii acoperirilor. Pentru o geometrie de măsurare și o sursă radioactivă dată intensitatea radiației beta retrodifuzate depinde de următorii factori :

*Tabelul 1*

| Suport | Materialul depus | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Al | Pb | Cr | Au | Cd | Cu | Am | Ni | Pd | Pt | Rh | Ag | Zn | Sn | |
| Al | — | *BQ* | *BEc* | *B* | *BQ* | *BJQ* | *B* | *BFJQ* | *B* | *B* | *B* | *JBQ* | *BJQ* | *BJQ* | și aliaj Al |
| Au | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | *B* | *B* | — | — | |
| Cu | — | *BQ* | *BEcQ* | *B* | *B* | *BQ* | *BQ* | *B* | *B* | *B* | *B* | *BJQ* | *JQF* | *BJQ* | și aliaj Cu |
| Mg | — | *B* | *BEc* | *B* | *B* | *B* | *B* | *B* | *B* | *B* | *B* | *B* | *B* | *BJ* | " " Mg |
| Ni | — | *BQ* | *BQ* | *B* | *BQ* | *Q* | — | — | *B* | *B* | *B* | *BQ* | *Q* | *B* | |
| Ag | — | — | *B* | *B* | — | *B* | *B* | *B* | | *B* | — | | *B* | *BQ* | |
| Ol | *B* | *BQ* | *BQ* | *B* | *BFQ* | *JQF* | *Q* | *JQF* | *B* | *B* | *BJ* | *BQ* | *BFJQ* | *JFBQ* | |
| Ti | *B* | *B* | — | *B* | *B* | *BQ* | *B* | *BJF* | *B* | *B* | *B* | *B* | *B* | *B* | |
| Zn | — | *B* | *BF* | | *B* | *JQF* | — | *JF* | *B* | *B* | *B* | *BJ* | *F* | *JBF* | |

necesară, dar în același timp să se evite risipa de material.

## 2. Principiul metodei radiației beta retrodifuzate

În fig. 1 este prezentat dispozitivul de măsurare. O fantă delimitează în materialul de măsurat o suprafață bine determinată. Un radionuclid emite către aceasta radiații beta prin procesul de dezintegrare radioactivă. Fasciculul incident este absorbit sau retrodifuzat în funcție de energia radiațiilor, densitate, respectiv numărul de ordine $Z$ al materialului de lucru sau transmis, dacă materialul este

*a) Grosimea materialului*

Numărul de particule beta retrodifuzate crește cu creșterea grosimii materialului difuzor la început linear apoi logaritmic, tinzînd asimptotic către o valoare constantă, dată de o anumită grosime a materialului, numită grosime de saturație. Valoarea grosimii de saturație depinde de energia radionuclidului și de numărul atomic $Z$.

*b) Energia radiațiilor beta*

Energia beta emisă de un radionuclid trebuie selectată în vederea obținerii unei sensibilități optime și a unei precizii a rezultatelor ; ca

urmare, dacă trebuie acoperit un domeniu larg de grosimi din același material este necesar să se folosească mai mulți radionuclizi cu energii diferite, care conduc la o sensibilitate optimă în domenii diferite de grosimi. În tabelul 2 se dau radionuclizii folosiți în mod curent. Dimensiunile fizice și activitatea sursei sînt importante întrucît trebuie să satisfacă cerința de a obține o precizie bună a rezultatelor în condițiile măsurării unor suprafețe foarte mici.

O condiție exențială este ca dimensiunile fascicolului beta să fie mai mici decît dimensiunile suprafeței de măsurat.

*c) Ecuația aproximativă*

Logaritmul grosimii stratului depus funcție de numărul de impulsuri beta normat $X_n$ variază la început linear, apoi logaritmic, iar la sfîrșit hiperbolic. Măsurarea grosimii în domeniul dependenței logaritmice se efectuează prin selecționarea corespunzătoare a surselor beta folosite : $^{90}Sr$ pentru grosimi mari (100 μm pentru Au/Ni) ; $^{147}Pm$ pentru grosimi mici (7 μm pentru Au/Ni) ; $^{204}Tl$ pentru grosimi intermediare (29 μm pentru Au/Ni). Calculul grosimii ($d$) a stratului depus se face cu relația (1)

$$\ln d = aX_n + b \qquad (1)$$

Folosind două etaloane de depuneri cu grosimi în intervalul de măsurare ($d_1$ și $d_2$) se pot determina constantele de calibrare $a$ și $b$ dintr-un sistem de două ecuații cu două necunoscute. $X_n$ reprezintă numărul de impulsuri normat corespunzător grosimii $d$ și se calculează cu ajutorul relației (2) :

$$X_n = \frac{x_i - x_0}{x_s - x_0} \qquad (2)$$

în care : $x_0$ numărul de impulsuri măsurat la măsurarea suportului probei ;
$x_s$ nr. impulsuri obținut la măsurarea materialului depus la saturație ;
$x_i$ nr. impulsuri obținut la măsurarea probei.

Numărul de impulsuri normat $X_n$ se folosește pentru a elimina variația în timp a activității sursei radioactive și pentru a facilita compararea diferitelor curbe de calibrare corespunzătoare diferitelor combinații acoperire/bază sau sursă radioactivă. Pentru determinarea acoperirii se folosește relația (1) sub forma (3) :

$$d = e^{aX} n^b \qquad (3)$$

### 3. Schema aparatului

Aparatul se compune din sonda detectoare și blocul de măsurare fig. 2.

*a) Sonda detectoare*

Radiațiile nucleare beta produc în contor ionozarea gazului care dă naștere unui curent

*Tabelul 2*

| Dimensiuni în μm | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| sursa radioactivă | | $^{147}$-Pm | | $^{204}$Tl | | $^{90}$Sr | |
| Energia rad. (MeV) | | 0,22 | | 0,76 | | 2,27 | |
| Timp înjumătățire ($a$) | | 2,65 | | 3,65 | | 28 | |
| material acoperire | suport | domeniul logaritmic | $d_{max}$ | domeniul logaritmic | $d_{max}$ | domeniul logaritmic | $d_{max}$ |
| Anodizare | Al | 7,4...40 | 100 | 45...280 | 600 | — | — |
| Ag, Rh | Au | 1,2...4,0 | | 6,0...25 | | 15...75 | |
| | Ni | 1,0...4,5 | | 5.5...22 | | 15...70 | |
| | Fe | 1,0...4,2 | 15 | 5,5...22 | 60 | 15...70 | 190 |
| | Al | 1,0...4,2 | | 5,0...20 | | 10...60 | |
| Al | Cu | 4.5...20 | 89 | 25...100 | 360 | 90...400 | 1270 |
| Au | Ag | 0,6...2,3 | | 2,5...12 | | 5.0...35 | |
| | Mo | 0,6...2,3 | 7 | 2,5...12 | 29 | 5,0...35 | 100 |
| | Ni | 0,5...2,0 | | 2,5...10 | | 5,5...35 | |
| | Al | 0,5...1,8 | | 2,5...10 | | 5.0...25 | |
| Cd | Ni | 1,5...5,0 | 18 | 7,0...30 | 80 | 15...70 | 270 |
| | Fe | 1,5...5,0 | | 7,0...30 | | 15...70 | |
| Cr | Ni | 2,5...8,0 | 30 | 8,0...30 | 115 | 20...120 | 410 |
| | Al | 2,0...8,0 | | 8,0...30 | | 20...120 | |
| Ni, Cu | Ag | 1,5...5,0 | | 9,0...30 | 85 | 20...100 | 300 |
| | Mo | 1,5...5,0 | 21 | 9,0...30 | | 20...100 | |
| | Al | 1,7...5,5 | | 8.0...30 | | 20...100 | |
| Sn | Au | 1,8...5,5 | | 7,5...35 | | 15...100 | |
| | Ni | 1,8...5,3 | | 7,5...35 | | 15...100 | 310 |
| | Al | 1,5...5,0 | 22 | 7,0...30 | 90 | 10...70 | |
| | Pb | 1,8...5,5 | | 7,5...35 | | 15...100 | |
| Zn | Fe | 2,0...6,5 | | 4,0.. 30 | 110 | — | 370 |
| | Al | 1,5...6,0 | 26 | 4,0...30 | | 11...120 | |

care pe rezistența de sarcină de 2MΩ dă naștere unor impulsuri electrice. Cadența impulsurilor furnizate la ieșire este în anumite condiții direct proporțională cu intensitatea fasciculului de radiații incident. Sonda conține un contor Geiger-Müller cu fereastră cu halogen de tip SBT—11, avînd caracteristicile: tensiunea de lucru 390 V; viața contorului $10^{10}$

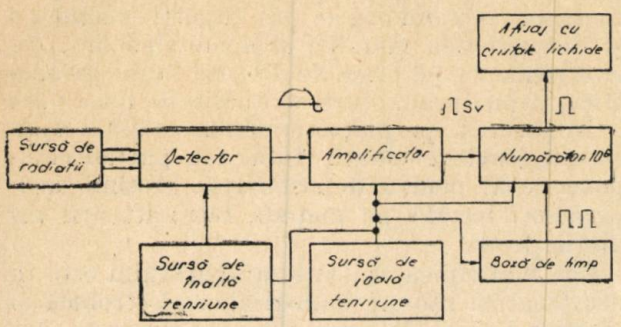



Fig. 2 Schema funcțională

impulsuri; dimensiuni: 55 × 29 × 23 mm. Impulsurile de tensiune generate au o amplitudine de ordinul cîtorva volți și nu necesită o amplificare prea mare. După contor impulsurile sînt amplificate suplimentar (formate în impulsuri dreptunghiulare de 5 V) în etajul amplificator, apoi sînt introduse în circuitele de numărare. Componentele electronice ale amplificatorului sînt plantate pe o cartelă sub detectorul de radiații SBT—11. Cartela conține tranzistoare: BC271B, BC171B, rezistențe: 10 MΩ, 2MΩ, 1Ω, condensatoare: 100 μF/6V și 4,7 nF.

*b) Blocul de măsurare*

Se bazează pe măsurarea cadenței impulsurilor electrice furnizate de sonda detectoare supusă radiației beta retrodifuzate și afișarea acesteia într-un format de 6 digiți, pe un ecran cu cristale lichide (ACL1). Impulsurile date de detector sînt prelucrate de blocul de măsurare. Funcționarea cadențmetrului se bazează pe numărarea impulsurilor în intervale de timp constante. Pentru asigurarea unei precizii necesare măsurării, acest interval a fost ales de 10 s.

Baza de timp furnizează un impuls electric (fig. 3) la fiecare 10 s; acest impuls deschide

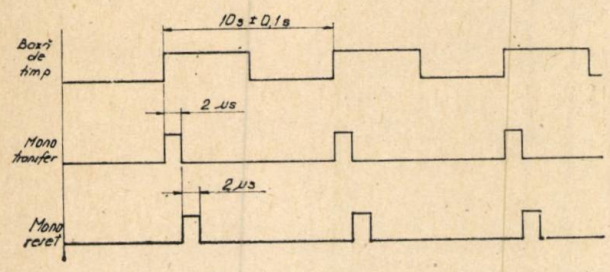



Fig. 3 Baza de timp

un monostabil care are la ieșire un timp de basculare de 2μs. Ieșirea monostabilului este conectată la decodificatori care au o memorie intermediară și în timp de 2μs se transferă conținutul numărătorului în memorie. La terminarea impulsului de transfer se deschide al doilea monostabil care furnizează un impuls de aproximativ 2μs, impuls care este aplicat la borna de Reset a numărătorului. Deci, ciclul de funcționare este următorul: din 10 în 10 s se transferă conținutul numărătorului în memorie care ține afișată valoarea anterioară înregistrată de numărător. Imediat după transferarea conținutului, numărătorul este resetat pentru ca să înceapă o nouă înregistrare.

Tensinea înaltă de 400 V stabilizată este furnizată de un circuit în interiorul aparatului. Alimentarea aparatului se face de la rețea: 220 V/50 Hz prin intermediul unui alimentator de 220 V/15,1 V c.c.

Componentele electronice sînt montate de două cartele cu circuite imprimate. SIT (sursa de înaltă tensiune) conține: tranzistori 2 × × BC251C și BC171B; transformator cu două înfășurări de 16 și o înfășurare de 1000 spire; diode 4 × BA159; diode zener 2 × PL200; condensatori 5 × 4,7 nF, 1 × 2,7 nF, 50 μF și rezistențe de 10Ω, 51 kΩ, 1 MΩ și 2 × 10MΩ.

Baza de timp conține circuite integrate CMOS: MMC4098 care este un dublu monostabil și MMC4060 care este un numărător de transport succesiv și un astabil; condensatoare 180 pF și 2 × 68 pF și rezistențe 2 × 100 kΩ, 1 MΩ și 1,5 MΩ. Numărul conține circuite integrate CMOS: 3 × MMC4518 care sînt numărătoare sincrone BCD (binary coded decimal), 6 × MMC4543 (latch/decodor/driver BCD — 7 segmente pentru afișare cu cristale lichide (LCD).

Alimentatorul construit pe o jumătate dintr-un triplu stecher conține: transformator 220 V/10 V, punte redresoare, condensator 330 μF/16V, dioda Zener PL5V1.

## 4. Determinări experimentale

Proba de măsurat trebuie să se pună foarte atent astfel ca deschiderea fantei prin care iese fascicolul de radiații să fie întotdeauna acoperită de probă. Calibrarea aparatului s-a făcut cu: un etalon conținînd materialul suport cu grosime $\geqslant d_{sat}$ (Ni); un etalon conținînd acoperirea la saturație cu Au $\geqslant d_{sat} = 29\mu m$ (Au/Ni); două și trei etaloane avînd acoperiri în intervalul de măsurare de: 7,87 μm, 2,38 μm și 1,64 μm. Precizia aparatului, pentru condițiile de măsurare date, a fost testată la începutul experimentărilor, rezultatele testului fiind înscrise pe fișa de testare, care poate fi utilizată pentru a evalua funcționarea aparatului în timpul

perioadei de exploatare. Precizia s-a calculat cu relaţia (4) :

$$s = \pm \sqrt{\sum_{k=1}^{n} (d_k - \bar{d})^2} \qquad (4)$$

unde : $n$ nr. de măsurări efectuate (minim 10) ;

$d_k$ rezultatul unei măsurări a grosimii depunerii ;

$\bar{d}$ valoarea medie a rezultatelor obţinute cu (5)

$$\bar{d} = \frac{\sum_{k=1}^{n} d_k}{n} \qquad (5)$$

Coeficientul de variaţie (eroarea) $\delta$ în % a fost calculată cu relaţia (6)

$$\delta = \frac{s}{\bar{d}} \cdot 100\% \qquad (6)$$

Prin testarea aparatului cu o probă de Au/Ni = 2,5 μm s-a obţinut o precizie $s = 0{,}02$ μm, iar coeficientul de variaţie (eroarea) $\delta = 0{,}67\%$. Aceste mărimi atestă calităţile foarte bune ale aparatului.

Experimentele cu acest aparat au fost făcute prin măsurări de grosimi acoperite a Au/Cu pe lamă de sticlotextolit a unui conector cu 26 pini faţă dublă. S-a obţinut valoarea grosimii stratului depus de Au :

$d = \bar{d} + s = (1{,}61 \pm 0{,}08)$ μm cu o precizie de 4,93%

## 5. Performanţele aparatului

Intervalul de măsurare : 0,5 ... 100 μm ; timpul de măsurare : 10s ; precizia 10...20% sursă radioactivă $^{204}Tl$ ; afişaj cu cristale lichide cu 6 cifre ; aparatul este destinat măsurării grosimii acoperirilor metalice pentru combinaţiile acoperire/ care satisfac relaţia $(Z_a - Z_b)/Z_b \geqslant 0{,}3$ ; temperatura de lucru : (5...40)°C ; dimensiuni de gabarit : 214 × 180 × 240 ; $h$ = = 180 mm înălţimea dispozitivului de fixare a probei ; greutatea 5,4 kg, ; tensiunea de alimentare : 220 V/50 Hz ; este un aparat de laborator, se poate amplasa şi în alt spaţiu în care sînt respectate condiţiile de mediu. Aparatul este precis, fiabil şi versatil, permiţînd măsurarea grosimii acoperirilor decorative, protectoare şi tehnologice pe suporţi magnetici şi nemagnetici, metalici şi nemetalici de diferite elemente pe piese de diferite forme geometrice, printr-o adaptare a capului de măsurare.

În prezent, pe piaţa mondială există o aparatură foarte evoluată (total sau parţial computerizată) pentru determinarea grosimii acoperirilor, bazată pe metoda retrodifuzării radiaţiei beta.

Cea mai tipică aplicaţie a aparatului este în următoarele ramuri industriale : electronică şi electrotehnică, de exemplu : examinarea contactelor şi conectorilor, pistelor de pe elementele semiconductoare şi circuitele integrate, determinarea acoperirii cu cupru pe grafit etc., în ateliere la măsurări de grosimi de crom pe cilindri sau plăci cromate, în bijuterie şi aurărie. Domeniul de aplicare depinde de accesorile alese şi poate fi extins după dorinţele utilizatorului.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Dinescu L.* : Aparat pentru măsurarea grosimii acoperirilor metalice folosind radiaţia beta retrodifuzată. IFIN 1981

[2] *Fischer, H.* ; The statistical error in the nondestructive coating thickness measurements by means of radioactive radiation, Paper read at the Esslingen Technical Academy 20.02.1973.

[3] *Kurz, R.* ; Continnous Coating Thickness Measurements by Beta Backschatter, Siemens Ac Product Finishing March 1981.

[4] *Ott, A.* : Non-destructive measurement of the thickness of multiple coating Messen Prufen, vol 8, 1972.

[5] *Ott, A* : New finding for the radiometric-electronic measurement of coating Chemie-Ingineur-Technik 1977, 1977, pag. 805—811.

[6] *Farcaşiu, D.M.* : Aparat pentru măsurarea grosimii acoperirilor folosind radiaţii beta retrodifuzate. Proiect de diplomă IPB iunie 1990.

# Aparat pentru măsurări de distanţă sau nivel cu ultrasunete

SILVIA REDINCIUC ŞI SIMION LEFEROVICI *)

**REZUMAT**

Lucrarea se referă la un aparat proiectat pentru a măsura distanţa dintre, sau pînă la diferite obiecte în intervalul 0,15 ... 10 m, cu o precizie de ± 1%; rezultatul este afişat numeric. Aparatul permite programarea limitei inferioare a intervalului ca zero flotant. De asemenea se pot programa intervale de măsurare înguste. La cerere, poate fi livrat cu o ieşire de semnal analogic standard de 4 ... 20 mA, cu o rezoluţie de 57 μA. Sînt descrise principiul de măsurare şi schema bloc şi sînt comandate performanţele aparatului.

**Abstract**

The present paper refers to an apparatus designed to measure the distance between or up to different objects in the range 0,15 ... 10 m with an accuracy of ± 1%; the results is numerically displayed. This apparatus is also able to program the low value measuring ranges. When ordered, it can be delivered with a standard 4...30 mA analogue signal output with a 75 μA resolution. The measuring principle and the block diagram are also described. As a conclusion the performance of the device is discussed.

**Résumé**

L'article se rapporte a un appareil construit pour mesurer la distance entre ou jusq'a différents objets dans l'intervalle 0,15 ... 10 m avec une précision de ± 1%; le resultat est affiché numériquement. L'appareil permet la programmation de la valeur inférieure de l'intervalle comme un zero flottant on peut programmer aussi des intervalles de mesure étroits. Il peut être livré sur demande avec une sortie analogique standardisée de 4...20 mA avec une résolution de 75 μA. On décrit aussi le principe de mesurage et le schéma bloc et on discute les performances de l'appareil.

## 1. Consideraţii generale

Traductorul emiţător-receptor de ultrasunete permite măsurarea distanţei pînă la sau dintre obiecte, în aer, în intervalul 0,15 m ... ... 10 m cu rezoluţia de ± 1%, rezultatul fiind afişat pe un display numeric.

Aparatul dispune de o ieşire de semnal unificat 4 ... 20 mA cu calibrare prealabilă pe subintervale, rezoluţia aparatului este de 75 μA.

În principiu, un semnal ultrasonor este emis către o ţintă şi se detectează ecoul rezultat. Intervalul de timp dintre semnalul emis şi cel reflectat este convertit în distanţă, ţinînd cont de viteza de propagare a ultrasunetelor în aer.

Pentru o ţintă aflată la 1 m distanţă de traductor, acest interval de timp este de aproximativ 6 ms, dus-întors. Se foloseşte un element emiţător-receptor de unde ultrasonore de tip electrostatic (condensator); acesta este conceput să funcţioneze ca difuzor electrostatic la emisie şi ca microfon electrostatic la recepţie.

## 2. Descrierea elementului reversibil emiţător-receptor

Elementul emiţător-receptor este alcătuit dintr-o membrană (folie metalizată) (1) întinsă peste un disc metalic, cu canale circulare (2) formînd astfel elementul mobil ce transformă la emisie energia electrică în energie a undelor ultrasonore produse prin vibraţie, iar la recepţie, energia de impact a undelor ultrasonore produse prin vibraţie, iar la recepţie, energia de impact a undelor ultrasonore reflectate, ce se întorc la receptor (ecourile) impact asupra sistemului mobil, este transformată în energie electrică (fig. 1).

Folia metalică se află în contact electric cu carcasa metalică (3). Discul metalic cu canale circulare împreună cu membrana formează un condensator care, atunci cînd este mişcat, exercită o forţă electrostatică asupra membranei, iar aceasta creează prin vibraţie unde ultrasonore în aer. Undele ultrasonore parcurg distanţa dus-întors dintre elementul traductor şi ţintă, la recepţie unda reflectată producînd o modulaţie a cîmpului condensatorului; se ob-

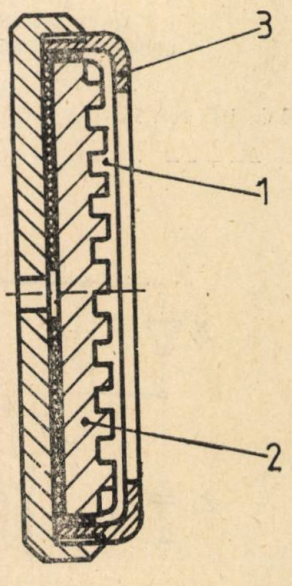



Fig. 1 Elementul emiţător-receptor de unde ultrasonore

* I.C.P.E. — Filiala Iaşi

ține astfel un semnal electric ce este amplificat și prelucrat în continuare.

Pentru ca traductorul să nu poată fi perturbat de alte surse de unde ultrasonore prin unde directe sau reflectate, asupra țintei se emite un tren de unde ultrasonore la care sînt cunoscute : durata numărul de impulsuri emis, distanța dintre ele.

La recepție impulsurile primite sînt numărate, se controlează durata lor își distanța dintre ele. Dacă unul din acești parametri nu coincide cu cel de la emisie, informația nu este validată și rezultatul nu este afișat.

### 3. Descrierea schemei bloc a aparatului

Aparatul este structurat pe două blocuri distincte : un bloc traductor și un bloc de măsurare (fig. 2).

*Blocul traductor* : cuprinde elementul emițător-receptor descris anterior și electronica necesară prelucrării primare a semnalului recepționat pentru a-l putea transmite prin cablu la o distanță de minimum 30 m.

*Blocul de măsurare* : conține generatorul trenului de impulsuri ce constituie emisia, baza de timp necesară conversiei intervalului de

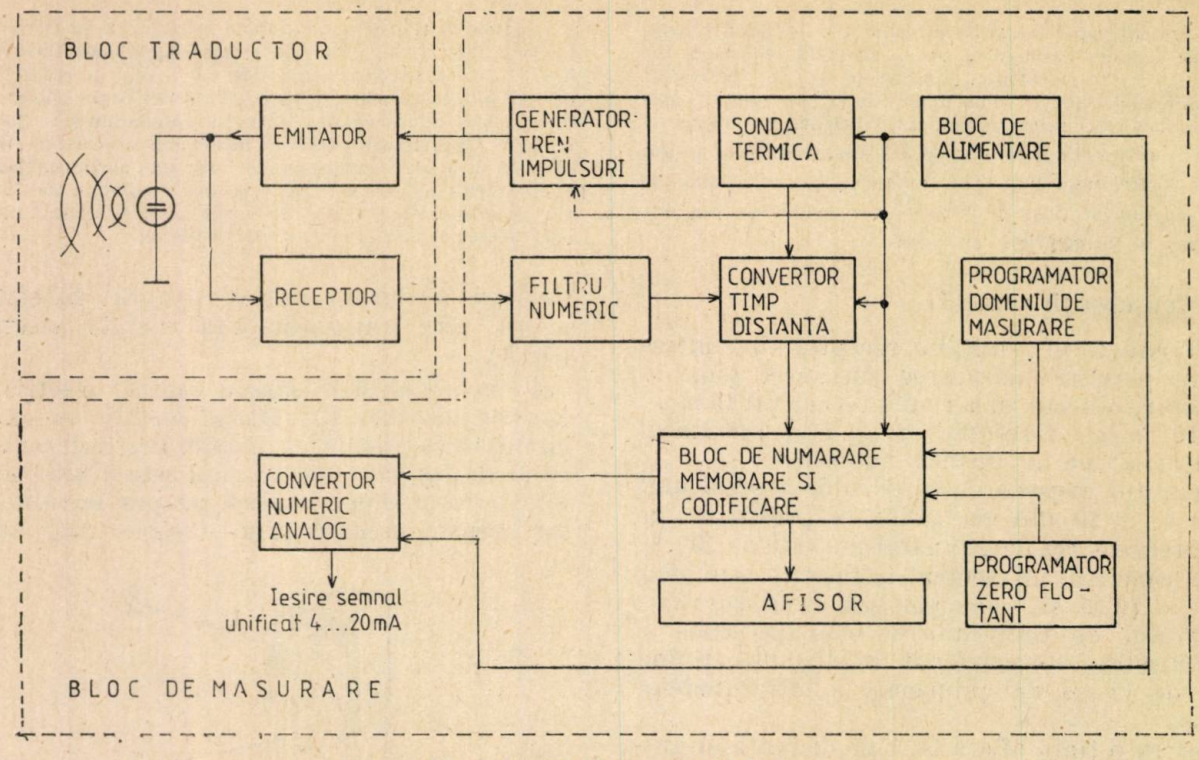



Fig. 2 Schema bloc a aparatului

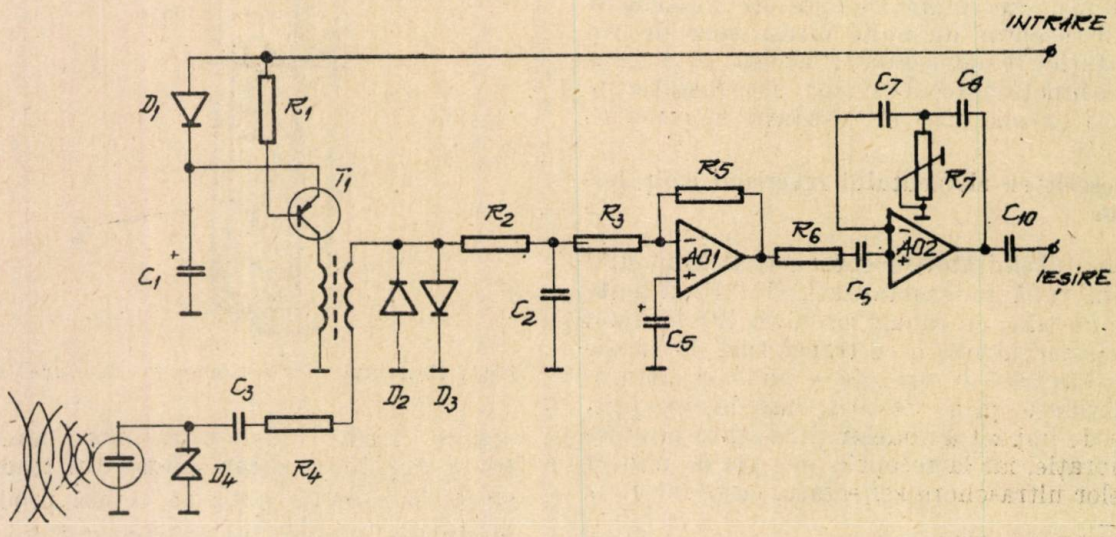



Fig. 3. Schema de principiu a blocului traductor

timp din semnalul recepționat în informație de distanță, convertorul timp-distanță, blocul de numărare, memorare, decodificare a informației care dă posibilitatea afișării informației de distanță/nivel și în același timp asigură și posibilitatea programării subdomeniilor de măsurare și programării de zero-flotant.

Informația digitală din acest bloc este trecută apoi printr-un convertor numeric-analog pentru a obține informația de distanță/nivel în semnal unificat 4 ... 20 mA necesar diverselor procese de automatizare.

Blocul de măsurare conține și sursele de alimentare atît pentru traductor și partea de prelucrare numerică (+ 14,5 Vc.c.) cît și pentru convertorul D/A (+24 Vc.c. și —6 Vc.c).

## 4. Descrierea schemei de principiu

În figura 3 este dată schema de principiu a blocului traductor. Trenul de impulsuri de excitație este primit din blocul de măsurare, este amplificat cu tranzistoarele $T_1$ și aplicat primarului transformatorului de impulsuri $TR_1$. În secundar se obține o amplitudine a impulsurilor de excitație de aproximativ 300 V, care se aplică sistemului disc-membrană. La recepție, semnalul ecou este amplificat cu amplificatorul $AO_1$ iar cu amplificatorul $AO_2$ se realizează o filtrare primară a semnalului recepționat. La ieșire rezultă un semnal ce conține impulsurile de emisie și un șir de impulsuri ecou de amplitudine descrescătoare. Acest tren de impulsuri este trimis pe cablu (de preferință ecranat) la blocul de măsurare.

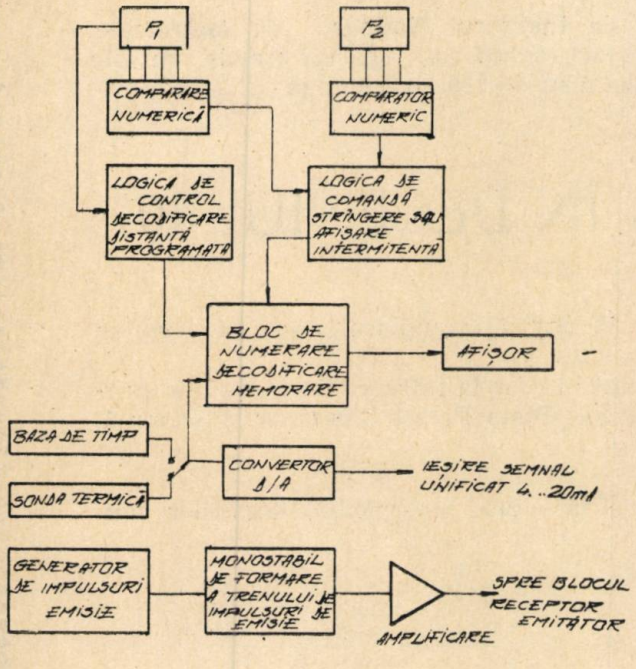



Fig. 4

Pentru blocul de măsurare s-a preferat o detaliere a schemei bloc datorită complexității prelucrării electronice.

În fig. 4 cu ajutorul circuitului MMC 4051 și a unui amplificator operațional se realizează o filtrare numerică a trenului de impulsuri recepționat, apoi cu următoarele două amplificatoare operaționale semnalul este amplificat și format. Se obține astfel o durată de timp proporțională cu distanța dintre emițător-receptor și țintă.

Blocul de numărare, decodificare, memorare, îndeplinește și multe funcții :

— durata de timp proporțională cu distanța primită de la receptor o convertește într-un număr de impulsuri cu ajutorul unui bistabil de tip R—S și a bazei de timp;

— cu un șir de numărătoare de tip MMC 40192, decodificatoare MMC 4543 și celule de afișare, asigură afișarea informației de distanță/ /nivel.

Cu ajutorul programatorului decadic $P_1$ se pot programa subintervale de măsurare, iar cu programatorul decadic $P_2$ se stabilește nivelul de zero flotant (capătul de jos al intervalului de măsurare). Circuitele de comparare asigură încărcarea informației date de programatoare într-un șir de numărătoare de tip MMC 40192 care sînt comandate pe numărare directă în cazul măsurării de distanță și pe numărare inversă în cazul măsurării de nivel.

Dacă distanța măsurată depășește intervalul de măsurare programat, atunci circuitul de comandă stingere sau afișare intermitentă, comandă pîlpîirea afișajului. Funcția se realizează cu un astabil realizat cu MMC 4093 și un circuit de tip SAU, care cumulează și funcția de stingere a afișajului dacă la receptor nu apare ecou.

Baza de timp conținută de blocul de măsurare este realizată cu un circuit de tip MMC 4047 și este compensată termic. Prin reglajul bazei de timp a aparatului se face calibrarea aparatului pe o distanță cunoscută, de exemplu 1 m. Această bază de timp este utilizată numai în cazul cînd blocul de măsurare se află în imediata vecinătate a intervalului de măsurare, iar acesta este mic (maximum 4 m). În cazul cînd blocul de măsurare este plasat la o oarecare distanță de intervalul de măsurare se utilizează baza de timp conținută de sonda termică, ce se plasează în vecinătatea intervalului de măsurare. Astfel se compensează variația viteză de propagare a undelor ultrasonore la variația condițiilor de mediu : în principal variația temperaturii.

Cu ajutorul unui monostabil declanșat de impulsurile ce constituie emisia și a cărui durată de temporizare este dublă față de durata trenului de impulsuri de emisie, se maschează vibrațiile amortizate ale capului emițător-receptor pentru a nu fi interpretate ca ecou.

Convertorul D/A este realizat cu un numărător binar MMC 4024, două numărătoare de tip 4516; memorii de tip MMC 4042, convertorul DAC 08 și două amplificatoare operaționale ce asigură obținerea curentului unificat.

În cazul cînd la o recepție se obține o informație eronată, informația anterioară memorată este afișată în continuare și se validează următoarea recepție.

Frecvența mare a bazei de timp, lucrul în buclă închisă al programării, împreună cu recepția ecourilor determină o precizie bună. Se asigură o eroare în cazul afișării unităților de distanță/nivel de $\pm (0{,}01 + 0{,}0021\ s)$ m unde $D$ este distanța măsurată în metri; se asigură de asemeni un prag de sensibilitate de 0,15% din intervalul maxim de măsurare.

Datorită compensării măsurării cu variația temperaturii mediului, erorile suplimentare datorate acestui parametru al mediului sînt minime și datorate doar derivei termice a componentelor electronice. De asemeni, practic nu apare histerezis în procesul de măsurare.

Se asigură o liniaritate perfectă a prelucrării pe tot intervalul de măsurare.

În cazul existenței unui gradient de temperatură în mediul în care se face măsurarea, acesta trebuie să se mențină constant, prin recalibrarea aparatului.

Măsurările metrologice efectuate la INM — București au confirmat performanțele enumerate.


# STIMAȚI CITITORI!

Începînd cu anul 1991, revista **„Calitate fiabilitate, metrologie"** se transformă în două publicații distincte și anume :

## METROLOGIE

— periodic tehnico-științific editat de Institutul Național de Metrologie, care continuă tradiția „Metrologiei aplicate", avînd șase apariții anuale, cu cîte 32 pagini exemplarul și prețul unui abonament de 210 lei anual, și :

## O.K—CALITATEA ÎN DECENIUL 10

— cu șase apariții anuale, de cîte 32 pagini exemplarul, care va avea, în continuare, același profil cu cel anterior.

Pentru ambele publicații, abonamentele se fac la Întreprinderea de Stat pentru Imprimate și Administrarea Publicațiilor, Piața Presei Libere nr. 1 sector 1, cont BCR 645120608 Filiala sector 1.

Difuzarea revistei „Metrologie" se va face prin intermediul organelor centrale și locale ale metrologiei de stat.

# Consideraţii privind aparatele pentru determinarea ariei suprafeţelor

RODICA CRAMARESCU, FLORICA CRĂCIUNESCU-BOTGROS, MIRCEA PELIMON, RĂZVAN CIOBOTARU*

**REZUMAT**

Lucrarea se referă la aparatele mecanice pentru determinarea ariei suprafeţelor, cu referire la planimetrele polare. În cadrul lucrării se fac unele consideraţii privind determinarea constantelor planimetrelor. Se indică un exemplu de calcul pentru determinarea constantei pentru măsurarea cu pol interior, în cazul variantei lungimii braţului trasor, pentru o serie de planimetre din fabricaţia întreprinderii producătoare IOI — — Arad.

**Abstract**

The paper deals with mechanical devices for determining the area of a surface with a special emphasis on polar planimeters. Some considerations on determining the constants of a planimeter are included. The calculus is illustrated by an example in which the constant is determined in the case of internal pole measurement when the length of the tracing arm varies, for a group of planimeters produced by IOI—Arad.

**Résumé**

L'article s'occupe des appareils mécaniques pour mesurer l'aire des surfaces et particulièrement des planimètres polaires. On prend en considération la détermination des constantes des planimètres. On donne un exemple de calcul pour déterminer la constante pour le mesurage avec pôle interieur, quand la longueur du bras traçant est variable, pour plusieurs planimètres fabriquér par IOI — Arad.

## 1. Introducere

Aparatele matematice pentru diferenţierea şi integrarea funcţiilor sau a funcţiilor de funcţie sînt aparate care prelucrează explicit aceste funcţii, lucrînd fie în sistemul de coordonate cartezian, fie în sistemul de coordonate polare $(\rho, \varphi)$ în care $\rho$ este lungimea razei vectoare, $\varphi$ este unghiul de rotire al razei vectoare. Aceste aparate matematice pentru diferenţierea funcţiilor, sau a unei funcţii de funcţie, realizează o serie de operaţii de calcul ce se pot exprima prin relaţiile :

$$\Theta(t) = \frac{\mathrm{d}f(t)}{\mathrm{d}t} \tag{1}$$

Aceste aparate se numesc aparate derivatoare sau diferenţiatoare, fiind denumite derivmetre sau diferenţiometre — în cazul în care indică valori numerice, sau derivgrafe sau diferenţiografe dacă execută înregistrarea grafică a unei funcţii.

Alte tipuri de aparate sînt aparate integratoare, putînd fi :

— integratoare simple, realizînd operaţii de tipul :

$$F(t) = \int_{t_0}^{t} f_1(t)\,\mathrm{d}t \tag{2}$$

$f_1(t)$ — reprezintă ordonata
$t$ — reprezintă abscisa

— integratoare funcţionale, ce realizează operaţii de calcul conform relaţiei :

$$F(t) = \int_{t_0}^{t} f[f_1(t)]\,\mathrm{d}t \tag{3}$$

În sistemul de coordonate polare $t$ reprezintă unghiul de rotire, $f(t)$ reprezintă lungimea razei vectoare.

Aparatele integratoare sînt denumite integrimetre — fiind destinate determinării integralelor unor funcţii, dacă rezultatul este indicat sub forma unor valori numerice (determinate dintr-o diagramă) sau integrafe, dacă aparatele indică rezultatul unei operaţii de integrare indicat sub forma unei diagrame.

## 2. Planimetre

Planimetrele fac parte din categoria aparatelor de tip integrimetre. Ele sînt astfel construite încît, pentru a obţine mărimea ariei unui contur închis al unei suprafeţe plane oarecare, se parcurge cu vîrful de urmărire al aparatului întreg conturul suprafeţei, rezultatul fiind dat sub forma unui număr indicat de dispozitivul de integrare al aparatului de tip rolă integratoare prevăzută cu un contor de rotaţii.

Astfel pentru a obţine aria $ABCD$ (fig. 1) care reprezintă funcţia $y = f(x)$, vîrful de urmărire al planimetrului trebuie să parcurgă întreg conturul închis al trapezului curbiliniu $ABCD$, mărimea ariei este egală cu suma algebrică a ariilor mai multor trapeze curbilinii.

* Institutul Naţional de Metrologie.

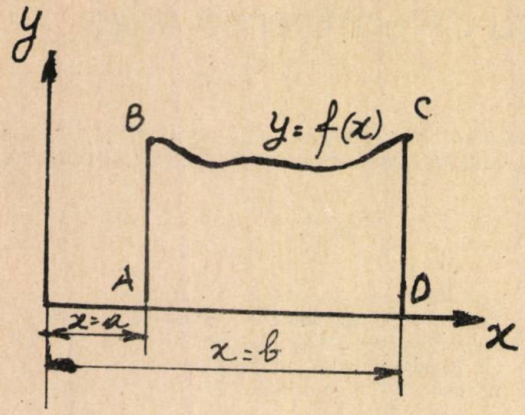



Fig. 1

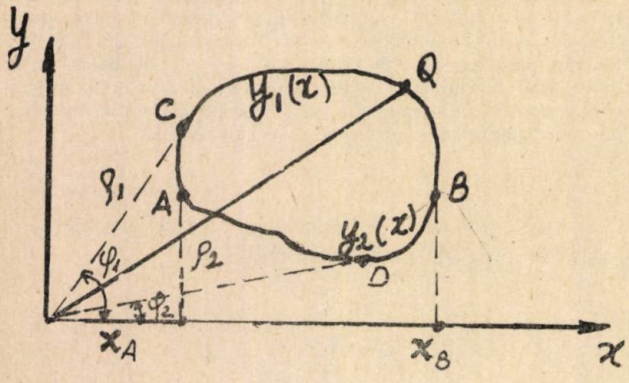



Fig. 2

Planimetrele sînt aparate matematice care determină aria unui contur închis $Q$ (fig. 2) rezultată prin calculul unor integrale simple. Aria unui contur închis, notat $Q$ în fig. 2, care se planimetrează prin urmărirea cu vîrful acului de urmărire a conturului este egală cu aria trapezului curbiliniu $y_1(x)$ minus aria trapezului curbiliniu $y_2(x)$ obținut prin trasarea tangentelor extreme la conturul $Q$ paralel cu axa $y$ în punctele $A$, $B$, sau de razele polare $\rho_1(\varphi)$ și $\rho_2(\varphi)$ tangente la contur în punctele $C, D$. Suprafața planimetrată se poate exprima matematic astfel

$$S_Q = \int_{x_A}^{x_B} y_1(x)\,\mathrm{d}x - \int_{x_A}^{x_B} y_2(x)\,\mathrm{d}x \qquad (4)$$

sau :

$$S_Q = \frac{1}{2}\int_{\varphi_C}^{\varphi_D} \rho_1^2(\varphi)\,\mathrm{d}\varphi - \int_{\varphi_C}^{\varphi_D} \rho_2^2(\varphi)\,\mathrm{d}\varphi \qquad (5)$$

În locul efectuării acestor calcule se utilizează aparatele denumite planimetre care constituie aparate ce rezolvă aceste probleme cu exactitate satisfăcătoare pentru cerințele practice (calculul diagramelor de debit, în cartografie, în industria ușoară—măsurarea ariei pieilor etc.).

În funcție de dificultatea măsurării suprafeței sau a momentului unei suprafețe în raport cu un punct sau o axă, dispozitivele și aparatele pentru planimetrare se pot împărți pe următoarele grupe :

— dispozitive și aparate pentru măsurarea ariei suprafețelor delimitate de un contur închis format din linii drepte, care sînt aparate ce aplică metoda împărțirii suprafețelor în figuri simple ca triunghiuri, dreptunghiuri, trapeze, ale căror arii se determină relativ simplu (ex. dispozitivul *Wane* bazat pe împărțirea suprafeței de măsurat în mai multe triunghiuri cu o bază comună, avînd aceeași înălțime, tabela de hiperbole a lui *Klotsch* utilizează pentru măsurarea ariei unor triunghiuri, planimetrul transformator al lui *Ciurileanu* — 1943 etc.) aparate care astăzi nu mai sînt utilizate, fiind înlocuite de aparate moderne de planimetrat, aparate construite totuși pe principiul planimetrului care utilizează sisteme de afișare, de înregistrare a datelor de tip digital sau analogic;

— dispozitive și aparate pentru determinarea ariei suprafețelor delimitate de o curbă închisă oarecare ; din această categorie fac parte planimetrele ;

— planimetrele de putere care determină valorile unor integrale de forma :

$$I = \int y^n\,\mathrm{d}x$$

În această categorie intră dispozitivele pentru determinarea momentelor statice și a momentelor de inerție axiale, polare sau centrifuge pentru o anumită suprafață plană sau pentru un anumit volum.

### 3. Planimetre. Elementele care stau la baza planimetrelor

Planimetrele, aparate care determină aria suprafețelor delimitate de un contur închis curbiliniu, sînt prevăzute cu un braț de transport — — denumit braț trasor, de obicei o tijă de lungime constantă. Un capăt al brațului de transport este prevăzut cu un vîrf de urmărire a conturului, $F$ (fig. 3) ce servește la descrierea conturului suprafeței de măsurat, celălalt capăt al său mișcîndu-se pe o curbă de sprijin ($L$). Pe brațul de transport se amplasează dispozitivul de măsurare a ariei suprafeței, un dispozitiv prevăzut cu o rolă de integrare. Pentru măsurarea ariilor s-a considerat pozitivă aria parcursă în sens invers acelor de ceasornic și ne-

gativă cea parcursă în sensul acelor de ceasornic. Conform fig. 3 se notează :

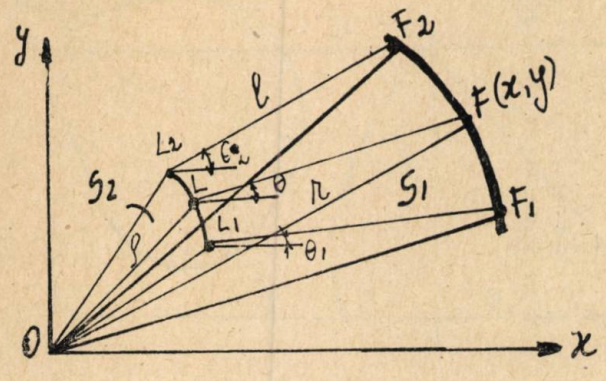



Fig. 3

$x$, $y$ coordonatele punctului $F$ ale vîrfului ce descrie conturul suprafeței de planimetrat; $\xi$, $\eta$ coordonatele punctului $L$ de pe curba de sprijin a brațului trasor; $\theta$ unghiul de înclinare al brațului trasor față de axa $OX$; $\rho$ vectorul de poziție al punctului $L$ $(\xi, \eta)$; $r$ vectorul de poziție al punctului $F(x, y)$; $S_1$ aria sectorului $OF_1F_2$ descris de raza $r$; $S_2$ aria sectorului $OL_1L_2$ descris de raza $\rho$.

Coordonatele punctului de urmărire $F$ ale vîrfului de urmărire a conturului;

$$x = \xi + 1 \cdot \cos\theta$$

$$y = \eta + 1 \cdot \sin\theta$$

Ariile sectoarelor $S_1$, $S_2$ descrise de razele vectoare în timpul planimetrării sînt date de relațiile :

$$2S_1 = \int_1^2 (xy' - x'y)\,dt \qquad (6)$$

$$2S_2 = \int_1^2 (\xi\eta' - \zeta'\eta)\,dt \qquad (7)$$

unde :

$$\zeta = \rho\cos\varphi$$

$$\eta = \rho\sin\varphi$$

Pe baza acestor relații se determină ecuația de bază a planimetrelor :

$$S_1 = S_2 + \frac{1}{2}\int_{\theta_1}^{\theta_2} l^2\,d\theta + \frac{1}{2}(l_2d_2 - l_1d_1) + \int_{P_1}^{P_2} l \cdot dh \qquad (8)$$

unde :

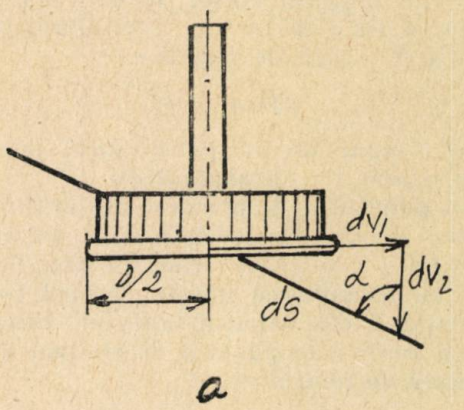
$d_1$, $d_2$ reprezintă distanțele de la origine la brațul trasor;

$dh$ reprezintă proiecția deplasării punctului $L$ de pe curba de sprijin denumită curbă de ghidare, pe direcție perpendiculară pe brațul trasor (conform fig. 4);

$\theta_1$, $\theta_2$ sînt unghiurile brațului trasor cu axa în poziție inițială și finală;

$P_1$, $P_2$ sînt pozițiile inițială și finală ale punctului $L$ pe curba de ghidare.

*Rola de integrare* — este un disc circular cu marginea zimțată montată pe un ax mobil (fig. 4*a*). Dacă rola se deplasează pe direcție perpendiculară pe axul ei, ea se rostogolește fără alunecare, iar un contor atașat rolei înregistrează unghiul de rotație. Dacă rola se deplasează sub un alt unghi după o direcție oarecare, înclinată față de axul rolei cu unghiul $\alpha$ rola se rotește și înregistrează o deplasare după componenta deplasării pe direcție perpendiculară pe ax (fig. 4*b*)



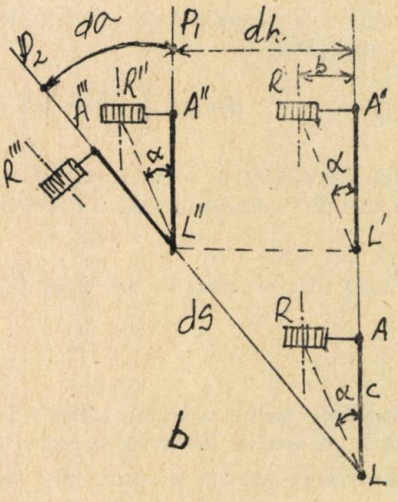




Fig. 4

Notăm cu :

$D$ diametrul rolei; $\alpha$ unghiul de înclinare față de axul rolei al traiectoriei de deplasare a rolei;

$dv_1$, $dv_2$ componentele elementului $ds$ ale spațiului parcurs de punctul de contact al rolei cu hîrtia, în planul de deplasare.

Prin deplasare și rotirea rolei rezultă relația care indică lungimea parcursă de rola de integrare :

$$\pi Dn = \int_{P_1}^{P_2} dv_1 = \int_{S_1}^{S_2} \sin\alpha \, ds \qquad (9)$$

unde :

$n$ reprezintă numărul de rotații ale rolei ;

$P_1$, $P_2$ reprezintă punctele ce limitează arcul de deplasare ale rolei, egal cu unghiul $d\sigma$ ;

$S_1$, $S_2$ reprezintă limitele spațiului parcurs de rolă.

Orice deplasare a brațului trasor se poate descompune în 3 componente astfel :

— o deplasare pe direcția brațului trasor de la $LA$ în $L'A'$, în care rola nu înregistrează nici o rotație;

— o deplasare transversală perpendiculară pe direcția brațului trasor, în care aceasta se deplasează din $L'A'$ în $L''A''$, rola înregistrează o rotație $dn_1$ dată de relația :

$$\pi D dn_1 = dh \qquad (10)$$

— o mișcare de rotație în jurul punctului $L''$ considerat fix cu unghiul $d\sigma$

Dacă punctul $A$ de prindere al furcii rolei de fricțiune se află la distanța $c$ de capătul $L$, și unghiul $\alpha$ — unghiul format de axul brațului trasor cu dreapta ce unește centrul rolei cu articulația $L$ din capătul brațului trasor, raza cercului descris de punctul de contact al rolei va fi dată de relația :

$$\frac{c}{\cos\alpha}$$

În acest caz rola descrie o rotație elementară $dn_2$ dată de relația :

$$\pi D dn_2 = \frac{c}{\cos\alpha} \, d\sigma \sin\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right) = c \cdot d\sigma$$

Deci rola de integrare va înregistra pe arcul $P_1P_2$ un număr total de rotații $n$ dat de relația :

$$\pi Dn = \pi D \int_{P_1}^{P_2} (dn_1 + dn_2) = \pi D \int_{P_1}^{P_2} dh + c(\sigma_2 - \sigma_1) \qquad (11)$$

Planimetrul polar are caracteristică principală faptul că curba descrisă de articulația brațului trasor este un arc de cerc (fig. 5).

Notăm

$l$ lungimea brațului trasor cu vîrful de urmărire $F$ al conturului, articulat în punctul $A$ cu brațul polar $OA$, ce se rotește în punctul fix O ;

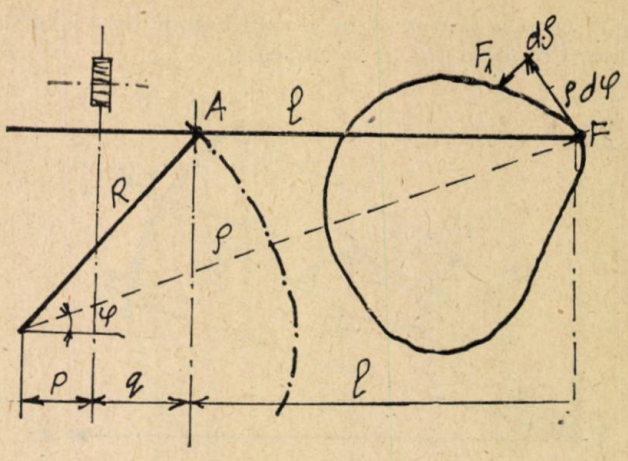



Fig. 5

$AF$ braț trasor ;

O — pol.

Pe brațul trasor este fixat mecanismul de integrare cu rolă integratoare. Planul rolei integratoare este perpendicular pe brațul trasor, axul ei fiind paralel cu brațul trasor.

Numărul de rotații al mecanismului de integrare este proporțional cu valoarea ariei suprafeței conturului închis, parcurs de vîrful de urmărire $F$. Dacă vîrful de urmărire parcurge arcul elementar $FF_1$, mișcarea brațului trasor $l$ și a brațului polar $R$ se pot descompune, considerînd vectorul de poziție $\rho$, care intervine în calculul la măsurarea cu pol interior figurii de planimetrat. Mișcarea de rotație a razei polare $\rho$ în jurul punctului fix O cu un unghi $d\varphi$ constituie o mișcare de rotație a triunghiului $OAF$, fără deformarea sa.

*Măsurarea cu pol exterior figurii de planimetrat* (fig. 5) se realizează prin deplasarea punctului $F$ de-a lungul conturului de măsurare, care se produce practic prin deformarea triunghiului OAF. Conform fig. 5 mișcarea de rotație a sistemului produce rotirea rolei care va indica un număr de rotații elementare egal cu :

$$dn = \frac{1}{2\pi r} p \cdot d\varphi \qquad (12)$$

unde : $r$ raza rolei ;

$p$ distanța de la pol la axul rolei.

Conform fig. 5 putem scrie :

$$\rho^2 = R^2 + l^2 - 2lR\cos(\widehat{OAF})$$

$$\cos\widehat{OAF} = -\cos(\pi - \widehat{OAF}) = -\frac{p+q}{R}$$

Rezultă :

$$\rho^2 = R^2 + l^2 + 2 \cdot l \, (3 + q)$$

unde : $p$ proiecția pe axa $X$ a distanței de la pol la acul rotiței integratoare ;

$q$ proiecția pe axa $X$ a distanței între axul rotiței integratoare și articulația brațului trasor,

deci :

$$p = \frac{l}{2 \cdot l}(\rho^2 - l^2 - R^2 - 2lq) = \frac{l}{2l}(\rho^2 - K) \tag{13}$$

unde s-a notat prin $K$ :

$$K = R^2 + l^2 + 2 \cdot l \cdot q$$

Deci numărul elementar de rotaţii ale rolei integratoare va fi :

$$dn = \frac{1}{2\pi r} d\varphi = \frac{1}{4\pi r \cdot l}(\rho^2 - K)\, d\varphi \tag{14}$$

Dacă planimetrul parcurge un contur închis, efectuînd o măsurare cu *pol exterior*, numărul de rotaţii înregistrate de rola integratoare va fi :

$$n = \frac{l}{4\pi r \cdot l} \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \rho^2 \cdot d\varphi \tag{15}$$

Constanta $K$ se elimină, limitele $\varphi$ sînt egale şi de semn contrar. Deci mărimea ariei suprafeţei unui contur închis este conform relaţiei (5) :

$$A = \frac{1}{2} \int \rho^2 d\varphi$$

rezultă că numărul integrator obţinut la descrierea unei suprafeţe prin măsurarea cu pol exterior figurii de planimetrat va fi :

$$n = \frac{l}{2\pi r \cdot l} A$$

deci $A$, aria suprafeţei măsurate cu pol exterior este dată de relaţia :

$$A = 2\pi r \cdot l \cdot n = v \cdot n \tag{16}$$

unde $v$ reprezintă valoarea diviziunii dispozitivului integrator :

$$v = 2\pi r \cdot l$$

Valoarea $v$ a diviziunii dispozitivului integrator este direct proporţională cu raza rolei integratoare care este o mărime constantă şi cu lungimea braţului trasor $l$.

Planimetrele polare se construiesc fie cu lungimea braţului trasor $l$ fixă, fie cu lungimea braţului trasor reglabilă. Pentru planimetrele construite cu lungimea braţului trasor reglabilă valoarea diviziunii dispozitivului integrator se va determina conform rel. (16) din rapoartele :

$$\frac{L_1}{v_1} = \frac{L_2}{v_2} = \dots$$

unde $L_1$, $L_2$ sînt notate diferitele valori ale lungimii braţului trasor;

$v_1$, $v_2$ sînt valorile corespunzătoare ale diviziunii dispozitivului integrator.

*Măsurarea cu pol interior* figurii de planimetrat se efectuează în cazul în care este necesară extinderea intervalului de măsurare al planimetrului. Aria suprafeţei parcurse la măsurarea cu pol interior se determină pe baza relaţiei (14) :

$$n = \frac{l}{4\pi r \cdot l} \int_0^{2\pi} \rho^2 d\varphi^2 - K$$

şi avînd în vedere că, în conformitate cu relaţia (5) :

$$A = \frac{l}{2} \int_0^{2\pi} \rho^2 d\varphi$$

rezultă :

$$n = \frac{A}{v} - K$$

deci aria planimetrată cu pol interior figurii de planimetrat va fi :

$$A = (n + K)v \tag{17}$$

Din relaţia (13) rezultă că valoarea constantei $K$ pentru măsurarea cu pol interior figurii de planimetrat se determină cu relaţia :

$$K = R^2 + l^2 + 2 \cdot l \cdot q \tag{18}$$

Această constantă va avea deci diferite valori, pentru diferite valori ale lungimii $l$ ale braţului trasor.

Rezultă că în cazul planimetrelor polare cu braţ trasor reglabil este necesară determinarea pe lîngă valorile $v_i$ ale diviziunii dispozitivului integrator pentru diferite lungimi $L_i$ ale braţului trasor, cît şi valorile constantelor $K_i$ pentru măsurarea cu pol interior. În mod obişnuit constanta $K$ pentru măsurarea cu pol interior este determinată pentru lungimea braţului trasor corespunzător valorii $v_i$ a dispozitivului integrator egală cu 10 mm².

În cazul în care utilizatorul doreşte extinderea intervalului de măsurare al planimetrului polar pentru valori ale diviziunii dispozitivului integrator mai mici de 10 mm² (de ex. 8; 6,4 sau 6,25 mm²) determinarea acestei constante se efectuează prin metodă experimentală astfel :

Se măsoară o arie de valoare cunoscută $A$ cu pol interior; după reglarea corespunzătoare a lungimii braţului trasor corespunzător valorii $v$ a dispozitivului integrator, constanta $K$ se determină cu relaţia;

$$K_i = \frac{A_{\text{etalon}}}{v_i} - \bar{n} \tag{19}$$

în care : $A_{etlon}$ reprezintă aria cunoscută descrisă de rigleta de control la măsurarea cu pol interior;

$\bar{n}$ reprezintă numărul integrator mediu, determinat din media a minim 6 măsurări ale suprafeţei etalon, $A_{etalon}$.

*Tabelul* 1

| Serie planimetru | $v_i$ (mm²) | $l_i$ (mm) | $\bar{n}$ | $A_{etalon}$ (mm²) | $K_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 019—89 | 10 | 168,1 | 11486 | 361948 | 24713 |
| | 8 | 134,4 | 13908 | 320690 | 26179 |
| | 6,4 | 109,2 | 3782 | 211425 | 29253 |
| | 6,25 | 105 | 4447 | 211425 | 29381 |
| 013—89 | 10 | 167,9 | 11788 | 361948 | 24406 |
| | 6,25 | 104,9 | 13151 | 263791 | 29055 |
| 036—89 | 10 | 170,8 | 1570 | 263791 | 24809 |
| | 6,25 | 106,7 | 12359 | 263701 | 29847 |
| 06—89 | 10 | 170,1 | 982 | 263791 | 25397 |
| | 6,25 | 106,3 | 12326 | 263791 | 29881 |
| 07—89 | 10 | 169,5 | 1460 | 263791 | 24919 |
| | 6,25 | 105,9 | 12267 | 263791 | 29940 |
| 08—89 | 10 | 172,6 | 1183 | 263791 | 25196 |
| | 6,25 | 107,8 | 12128 | 263791 | 30179 |
| 09—89 | 10 | 167,8 | 1748 | 263791 | 24633 |
| | 6,25 | 104,8 | 12835 | 263791 | 29372 |
| 10—89 | 10 | 170 | 1478 | 263791 | 24901 |
| | 6,25 | 106,2 | 12104 | 263791 | 30102 |

Experimental s-au determinat valorile constantei $K_i$ pentru planimetrele din fabricaţia curentă a întreprinderii IOI — Arad pentru valori diferite ale lungimii braţului trasor, corespunzătoare diferitelor valori ale diviziunii dispozitivului integrator astfel : 10 mm²; 8 mm²; 6,4 mm² şi 6,25 mm² indicate în tabelul 1.

Incertitudinea de măsurare se determină funcţie de nivelul de încredere şi de numărul de determinări efectuat $n_i$ la planimetrea unei anumite suprafeţe, pentru o anumită valoare a diviziunii dispozitivului integrator.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Boiangiu D., Nicolau E.*, ş.a. — Instrumente, dispozitive şi maşini matematice Bucureşti, Ed. Tehnică, 1963

[2] *Hess A.* — Planimetrie mit einem Abriss die Regelschnitte Berlin, Springer-Verlag, 1954

[3] *Iliescu D. V., Vodă V. Gh.* — Statistică şi toleranţă, Ed. Tehnică Bucureşti, 1977

[4] *Moldoveanu M., Iordăchescu G.*, ş.a. — Tehnica măsurării lungimilor, suprafeţelor, unghiurilor şi timpului Ed. Didactică şi Pedagogică, Bucureşti 1977

[5] *Millea A.* — Cartea metrologului Ed. Tehnică, Bucureşti, 1985.

[6] Prospecte de planimetre ale firmelor Amsler-Elveţia, Cordi — Elveţia, Ott — Kempten — RFG

# Generatoare de unghiuri mici

*MIHAI MOLDOVEANU* şi *ALEXANDRU DUŢĂ* *

**REZUMAT**

Se prezintă principiile funcţionale şi constructive ale familiei de generatoare de unghiuri mici, proiectate şi construite la I.N.M.B. Se discută modalităţile de utilizare ale acestora ca etaloane pentru transmiterea unităţii de unghi şi se face o analiză succintă a acestor dispozitive de măsurare din punct de vedere metrologic.

**Abstract**

The functioning and constructive principles of a family of small angle generators developped and produced by the National Institute of Metrology in Bucharest are presented and the possibility of using them as standards for the angle unity transfer is considered. A brief analysis of these measuring devices from a metrological point of view is also made.

**Résumé**

On présente les principles fonctionelles et constructives d'une famille de générateurs de petit angles, ellaborée et construit à l'Institute National de Métrologie de Bucharest. On discute les moyens de leur emploi comme des étalons pour transmettre l'unité d'angle et on fait une analyse succinte de ces dispositifs de mesure d'un point de vue métrologique.

## Generalităţi

Generatoarele de unghiuri mici sînt mijloace de măsurare etalon utilizate în transmiterea unităţii de unghi plan la verificarea şi etalonarea metrologică a autocolimatoarelor şi nivelelor, aparate cu o largă răspîndire în industria constructoare de maşini, construcţii, lucrări topografice, cercetare etc.

Caracteristicile tehnice ale generatoarelor sînt corelate cu scopul pentru care au fost realizate, avînd în vedere că atît autocolimatoarele cît şi nivelele care se verifică sau etalonează cu acestea se realizează într-o gamă foarte largă

* Institutul Naţional de Metrologie

atît din punct de vedere al intervalului de măsurare cît și al erorilor de măsurare.

Diferitele soluții constructive adoptate atît pe plan național cît și pe plan mondial se pot grupa în trei grupe principale și anume :

— generatoare interferențiale ;
— generatoare mecano-electronice ;
— generatoare mecanice.

Ele au la bază principiul riglei sinus sau al riglei de tangență (fig. 1).

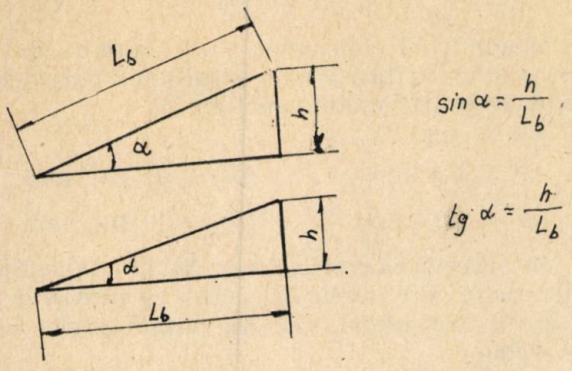



Fig. 1

Pentru unghiuri mici se aproximează funcția trigonometrică cu o caracteristică liniară definită de relația :

$$h = \alpha L_b$$

Eroarea față de caracteristica teoretică este dată de relația :

— pentru funcția sinus

$$\Delta h = L_b \frac{\alpha^3}{6}$$

— pentru funcția tangentă

$$\Delta h = \frac{\alpha^3}{3} L_b$$

Se observă că din punct de vedere metrologic, eroarea de liniaritate a mecanismului sinus este jumătate față de cea rezultată la mecanismul de tangență pentru aceiași valoare a unghiului $\alpha$.

## 2. Soluții constructive INMB

În vederea cuprinderii la verificare și etalonare metrologică a întregii game de autocolimatoare și nivele, în INMB s-a proiectat și realizat o familie de generatoare de unghiuri mici astfel :

2.1 *Generator mecano — electronic tip GUM*

Este realizat pe principiul riglei de tangență și este prezentat în figura 2.

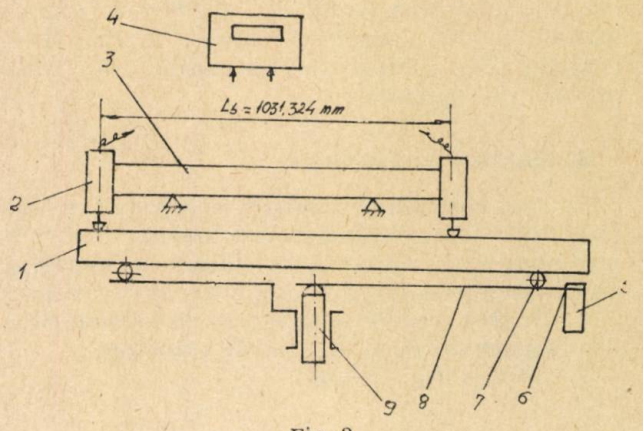



Fig. 2

în care :

1 — braț mobil ($L_b$ = 1031,324 mm) ; 2 — traductori electronici de deplasare ; 3 — suport traductori ; 4 — bloc electronic diferențial ; 5 — bloc-batiu ; 6 — articulație ; 7 — bilă ; 8 — pîrghie ; 9 — dispozitiv de deplasare

2.2 *Generator mecano-electronic tip AVAN*

Este realizat pe principiul riglei sinus și este prezentat în figura 3.

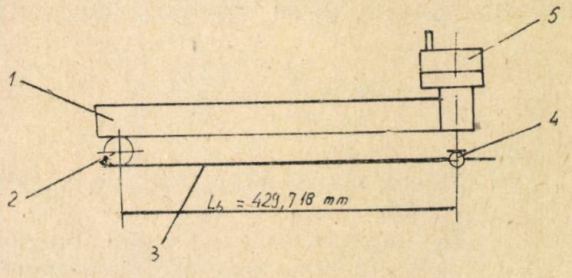



Fig. 3

în care :

1 — braț mobil ($L_b$ = 429,718 mm) ; 2 — articulație ; 3 — placă de bază — batiu ; 4 — bilă ; 5 — sistem de măsurare micrometric.

2.3 *Generator mecanic tip AVN*

Este realizat pe principiul riglei sinus și este prezentat în figura 4.

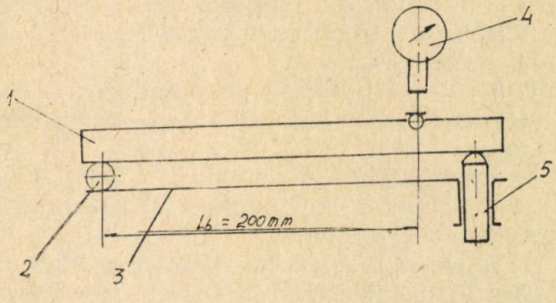



Fig. 4

în care :

1 — braţ mobil ($L_b = 200$ mm); 2 — articulaţie; 3 — placă de bază — batiu; 4 — ortotest sau comparator cu cadran; 5 — dispozitiv de deplasare.

### 3. Analiza comparativă

Pentru efectuarea analizei comparative din punct de vedere metrologic a soluţiilor constructive adoptate trebuie să se evalueze prin calcul erorile generatoarelor de unghiuri mici realizate.

Evaluarea erorilor se face prin metoda erorilor limită pornind de la relaţia de principiu :

— pentru rigla sinus

$$\alpha = \sin\beta = \frac{h}{L_b}$$

— pentru rigla de tangenţă

$$\alpha = \operatorname{tg}\alpha = \frac{h}{L_b}$$

Deci pentru determinarea unghiului $\alpha$ trebuie să se efectueze măsurarea deplasării $h$ şi a lungimii braţului $L$ cu anumite exactităţi de care depinde în mod direct exactitatea unghiului generat.

Eroarea la determinarea unghiuli $\alpha$, în cazul cel mai nefavorabil, se calculează cu relaţia :

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta h}{L_b} + \frac{h\Delta L_b}{L_b^2}$$

în care :

$\Delta\alpha$ eroarea generatorului de unghiuri mici ;

$L_b$ lungimea braţului mobil (lungimea riglei sinus sau a riglei de tangenţă) ;

$\Delta L_b$ abaterea lungimii braţului mobil faţă de cota nominală ;

$h$ deplasarea unui capăt al braţului mobil în raport cu celălat capăt ;

$\Delta h$ eroarea de măsurare a deplasării $h$.

Sursele de erori aferente măsurării deplasări $R$ care pot fi luate în consideraţie sînt :

*a*) eroarea instrumentală a aparatului indicator ($\Delta h_1$) :

*b*) eroarea de linearitate datorată aproximării unghiului cu funcţia trigonometrică ($\Delta h_2$) :

*c*) eroarea datorată neperpendicularităţii axei de măsurare a aparatului indicator pe axa braţului mobil ($\Delta h_3$)

Pentru exemplificarea metodologiei de calcul a erorilor se consideră generatorul de tip AVAN la care :

— lungimea braţului mobil $L_b = 429{,}718$ mm ;

— abaterea de la lungimea nominală a braţului $\Delta L_b = \pm 0{,}01$ mm ;

— deplasarea braţului mobil $h = 12{,}5$ mm.

Efectuînd calculele pentru cele trei erori ale măsurării deplasării se obţine :

*a*) constructiv pentru

$h = 0{,}5$ mm $\quad \Delta h_1 = 0{,}0005$ mm

$h = 12{,}5$ mm $\quad \Delta h_1 = 0{,}002$ mm

*b*) eroarea de linearitate

$$h = 0{,}5 \text{ mm} \qquad \Delta h_2 = \frac{\alpha^3}{6} L_b = 8 \cdot 10^{-11} \text{ mm}$$

$$h = 12{,}5 \text{ mm} \qquad \Delta h_2 = \frac{\alpha^3}{6} L_b = 9 \cdot 10^{-8} \text{ mm}$$

*c*) admiţînd constructiv o abatere de la perpendicularitate a axei şurubului micrometric faţă de braţul mobil egală cu 59

$\Delta h_3 = h(1 - \cos\alpha)$

$h = 0{,}5$ mm $\quad \Delta h_3 = 5 \cdot 10^{-7}$ mm

$h = 12{,}5$ mm $\quad \Delta h_3 = 1 \cdot 10^{-5}$ mm

Se observă că erorile $\Delta h_2$ şi $\Delta h_3$ pot fi neglijate în raport cu eroarea $\Delta h$, astfel că pentru generatorul considerat rezultă următoarele erori maxime :

— pentru intervalul de măsurare egal cu 240″ ($h = 0{,}5$ mm)

$$\Delta\alpha = \pm\left[\frac{h}{L_b} + \frac{hL_b}{L_b}\right] \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 10^6}{360 \cdot 60 \cdot 60} =$$

$$= \pm\left(\frac{5 \cdot 10^{-7}}{0{,}429718} + \frac{5 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-5}}{0{,}429718^2}\right) \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 10^6}{360 \cdot 60 \cdot 60} = \pm 0{,}25''$$

— pentru intervalul de măsurare egal cu 6000″ ($h = 12{,}5$ mm)

$$\Delta\alpha = +\left(\frac{2 \cdot 10^{-5}}{0{,}429718} + \frac{12{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-5}}{0{,}429718^2}\right) \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot 10^6}{360 \cdot 60 \cdot 60} = \pm 1''$$

În tabel sînt prezentate principalele caracteristici metrologice ale generatoarelor de unghiuri mici fabricate în INMB.

| Tipul generatorului | $L_b$ mm | Aparat indicator | Interval de măsurare | Erori de măsurare maxime |
|---|---|---|---|---|
| GUM | 1031,324 | comparator electronic | +4″<br>±40″<br>±400″ | ±0,01″<br>±0,1″<br>±1″ |
| AVAN | 429,718 | micrometric | ±240″<br>±6000″ | ±0,25″<br>±1″ |
| | | cale p.p. ord.1 | ±5000″ | ±0,04″ |
| AVN | 200 | ortotest<br>cale p.p.ord 1 | ±100″<br>±1000″ | ±1,2″<br>±0,4″ |

# Aparat digital pentru măsurarea abaterilor de planeitate şi rectilinitate

BRANDUŞA PANTELIMON* şi LAURENŢIU ILIE**

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă un instrument digital pentru măsurarea abaterilor angulare şi de rectiliniaritate realizat cu un traductor inductiv cu pendul şi bobine diferenţiale. Aria de aplicabilitate a acestui instrument digital cuprinde : reglarea maşinilor unelte, reglarea uneltelor şi dispozitivelor folosite în procesul de producţie, măsurarea abaterilor angulare şi de rectiliniaritate. Avantajele acestei soluţii constau într-o bună precizie a măsurării, o sensibilitate ridicată şi multiple posibilităţi de măsurare folosind un instrument digital de dimensiuni reduse.

**Abstract**

The work presents a digital instrument for measuring angular and rectilinearity deviations, realized with an inductive transducer with pendulum and differential coils. There are various fields of application for this digital instrument suck as : the fixing of machine-tools, the adjustment of tools and devices used in the industry the measuring of angular and rectilinearity deviations. The advantages of this solution consist of a good measuring accuracy, higher sensitiv and multiple measuring posibilities, using a small size digital instrument.

**Résumé**

L'article présente un instrument digital pour mesurer les déviations angulaires et de rectilignearité realisé en utilisant un transducteur inductif avec balancier et bobines différentielles. On peut utiliser cet instrument pour le réglage des machines-outils, le réglage des outils et des dispositifs utilisés par l'industrie, le mesurage des dévisations angulat ires et de rectilignearité. Parmi les avantages de cette solution on peut citer la précision du mesurage, la sensibilité élévée et les multiples possibilités de mesurer offertes par un instrument digital avec un gabarit reduit.

Lucrarea realizată prezintă o nouă soluţie asupra posibilităţilor de măsurare a abaterilor de la planeitate şi rectilinitate, prin abandonarea soluţiilor clasice de măsurare şi introducere a unor parametri electrici, uşor prelucrabili, asigurînd totodată o transmitere la distanţă a informaţiei.

Urmărirea continuă a informaţiei obţinute oferă posibilitatea comunicaţiei cu alte sisteme de prelucrare (calculatoare de proces, imprimante, plotter).

Soluţia adoptată, conform fig. 1 se bazează pe prelucrarea tensiunii de dezechilibru a punţii de curent alternativ (4) ce conţine în braţele sale unitatea de nivel (5).

Tensiunea obţinută este prelucrată de amplificatorul de curent alternativ (6), apoi urmărind o detecţie sincronă cu tensiunea dată de oscilatorul sinusoidal (2) şi o mediere cu ajutorul filtrului (8).

De la ieşirea amplificatorului de curent continuu (9) semnalul suferă o prelucrare analog-digitală în blocurile (10), (11), (12), iar informaţia este afişată cu ajutorul blocului indicator (13).

Convertorul analog-digital (11) primeşte semnalul de la inversorul de polaritate (10) şi oferă la ieşire o informaţie digitală ce este prelucrată cu decodificatorul (12).

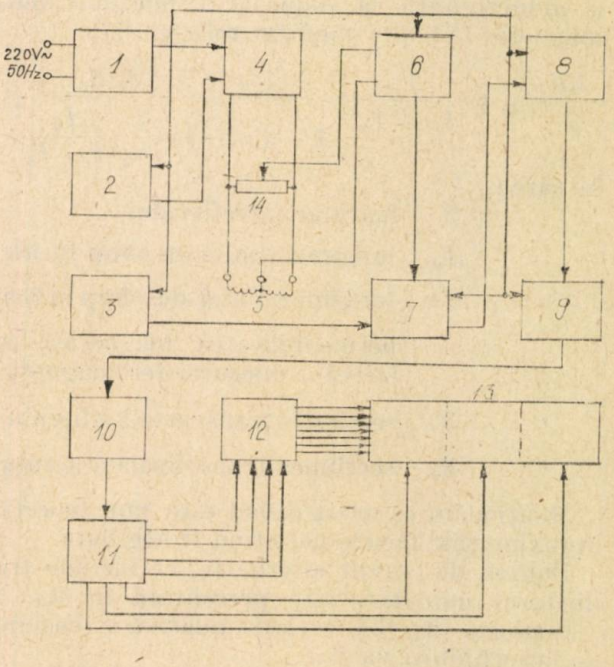



Fig. 1 Schema bloc

În acest mod informaţia ce intră în decodificatorul (12) se poate utiliza pentru prelucrarea cu ajutorul calculatoarelor de proces, ţinînd cont de sincronizarea făcută cu semnalele multiplexorului din compunerea blocului (11)

* I.P.B.
** I.E.P.E.R.

Utilizările cele mai frecvente și care sînt de mare importanță vizează industria constructoare de mașini, laboratoarele metrologice ale întreprinderilor, reglarea sculelor și dispozitivelor mașinilor unelte, întocmirea hărților topografice, măsurarea abaterilor unghiulare, controlul interfazic al procesului de producție, controlul final al produselor.

Elementul principal al lucrării realizate îl constituie traductorul inductiv de tip diferențial, cu miez mobil.

Acesta transformă deplasarea unghiulară a bazei de așezare în deplasare axială a miezului feromagnetic și deci o modificare a inductivității bobinelor diferențiale.

Din punct de vedere principial traductorul este realizat ca în fig. 2.

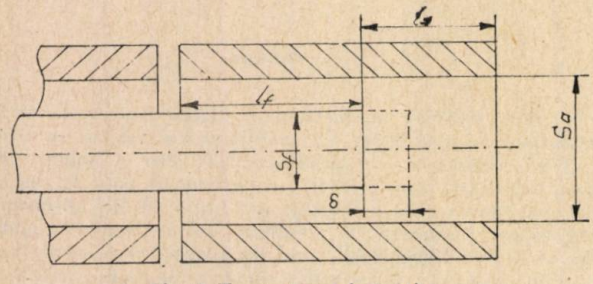



Fig. 2 Traductorul inductiv

Principiul metodei constă în variația relativă a inductivității la deplasarea miezului feromagnetic [1], [3] conform relației (1):

$$\frac{\Delta L}{L} = \delta \cdot \frac{1}{I_f + I_a} \cdot \frac{(\mu_r - 1) \cdot S_f / S_a}{1 - (\mu_r - 1) \cdot \frac{S_f}{S_a} \cdot \frac{I_a}{I_f + I_a}} \quad (1)$$

în care:

$\delta$ mărimea intrefierului;

$I_a$ lungimea liniei de cîmp în aer;

$I_f$ lungimea liniei de cîmp în fier;

$\mu_r$ permeabilitatea magnetică relativă a miezului feromagnetic;

$S_f$ secțiunea transversală a fierului;

$S_a$ secțiunea transfersală a aerului.

Menționăm că acest calcul este pur teoretic, aproximațiile făcute neputînd fi neglijate.

Puntea de curent alternativ, ce include traductorul inductiv, este prezentată în fig. 3.

Conform [2], [3], variația relativă a tensiunii de dezechilibru va fi:

$$\frac{\Delta U}{U} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta L}{(L+M)^2 + \frac{r^2}{\omega^2}} \left[ (L+M) + j \cdot \frac{r}{\omega} \right] \quad (2)$$

în relația (2), semnificațiile termenilor sînt:

$\Delta U$ variația tensiunii de dezechilibru (ca fazor);

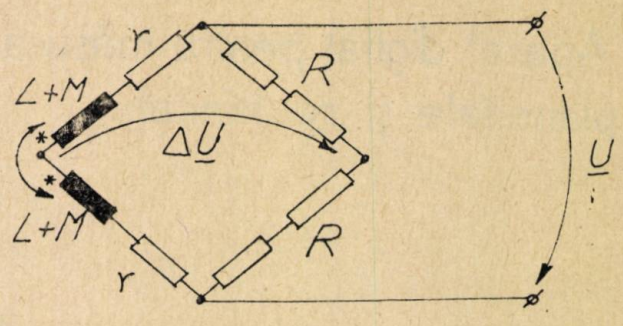



Fig. 3 Puntea de curent alternativ

$U$ tensiunea de alimentare a punții;

$\Delta L$ variația inductivității;

$L$ inductivitatea bobinelor diferențiale;

$M$ inductivitatea mutuală;

$r$ rezistența în curent alternativ a bobinelor;

$\omega$ pulsația tensiunii de alimentare a punții.

Prin prelucrarea relației (2) se obține sensibilitatea traductorului inductiv diferențial:

$$S = \left| \frac{\Delta U}{\Delta L} \right| = \frac{1}{2} \cdot \frac{U}{L} \cdot \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \frac{M}{L}\right)^2 + \frac{r^2}{\omega^2 L^2}}} \quad (3)$$

Se observă că realizarea unui cuplaj mutual cît mai scăzut și neglijarea termenului $\frac{r^2}{\omega^2 L^2}$ impun liniaritatea traductorului inductiv și performanțele aparatului proiectat.

Urmărind schema bloc din fig. 1 vom exemplifica formele de undă ale semnalului prelucrat, în diferite puncte, conf. fig. 4.

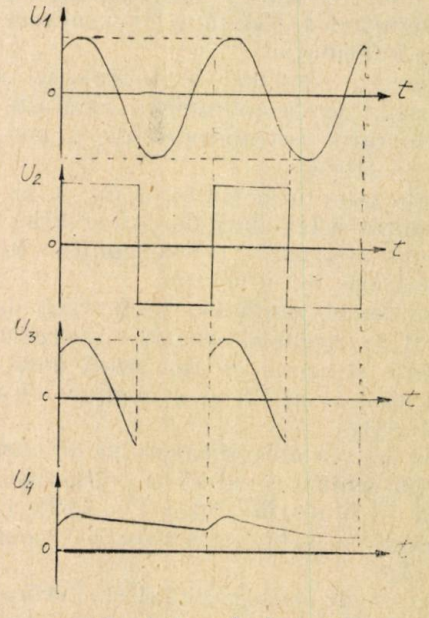



Fig. 4 Formele de undă

Semnificația tensiunilor este următoarea:

$U_1$ tensiunea de intrare necesară alimentării punții în regim dezechilibrat (4);

$U_2$ tensiunea dată de formatorul de impulsuri dreptunghiulare (3);
$U_3$ tensiunea la ieşirea detectorului sincron (7);
$U_4$ tensiunea la ieşirea filtrului de mediere.

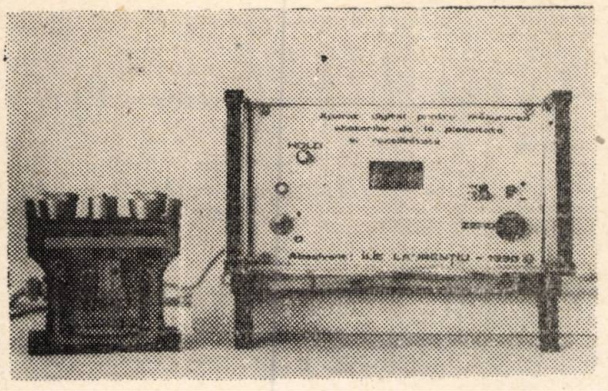


Fig. 5 Aparat digital pentru măsurarea abaterilor de planeitate şi rectilinitate

Performanţele aparatului sînt impuse atît de construcţia unităţii de nivel ce înglobează traductorul inductiv cît şi de caracteristicile circuitelor aferente.

Cumulîndu-se erorile tuturor circuitelor ce prelucrează semnalul util s-au obţinut următoarele caracteristici metrologice:
— interval maxim de măsurare: $\pm 20$ mm/m
— rezoluţia aparatului: $\pm$ 5 $\mu$m/m
— eroarea de liniaritate a traductorului: 0,2%
— eroarea de liniaritate a aparatului: 1,5%

Aparatul oferă posibilitatea comutării scărilor de sensibilitate, nu necesită condiţii deosebite de întreţinere şi funcţionare, se oferă posibilitatea alimentării de la baterii sau reţea, permite extinderea intervalelor de măsurare prin ataşarea unor dispozitive ale bazei de aşezare.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Iliescu, C., Pantelimon, B.*: Măsurarea electrică a mărimilor neelectrice, curs. Litografia IPB, 1989
[2] *Iliescu, C.* şi colectiv: Măsurarea electrică. Indrumar de laborator. Litografia IPB, 1989.
[3] *Grave H, F.*: Măsurarea electrică a mărimilor neelectrice, Bucureşti, Editura Tehnică, 1966
[4] *Doboş, I., Tomescu, N.*: Dispozitive şi circuite electonice Bucureşti, Editura Didactică şi Pedagogică, 1981.
[5] Catalog IPRS: Circuite integrate, Editura Tehnică, 1983.

# Wattmetru-varmetru numeric cu multiplicator integrat cu bandă largă de frecvenţă

*CONSTANTIN VLAICU* *

**REZUMAT**

Wattmetru-varmetru are la bază un multiplicator integrat care dă la ieşire punerea în valoare instantanee. Valoarea medie reprezintă puterea activă, iar printr-o schemă originală se obţine şi puterea reactivă independent de frecvenţa reţelei în care se măsoară. La ieşire se utilizează convertorul analog numeric cu dublă pantă C 520 cu ieşire pe 3 cifre.

**Abstract**

The wattmeter-varmeter is based upon an integrated multiplier whose output is the instantaneous value of the power. The mean value represents the active power and by means of an original circuit, the reactive power may be obtained independently of the mains supply used. The output circuits is the dual slope analog-to-digital converter C 520 that gives a 3 digit readout.

**Résumé**

Le wattmètre-varmètre est basé sur un multiplicateur intégré qui donne la valuer instantanée de la puissance. La valeur moyenne représente la puissance active et, en utilisant une schéma originalle, la valeur de la puisance réactive est aussi obtenue indépendamment de la fréquence du réseau dans la quelle on fait le mesurage. Le circuit de sortie est un converteur analogique-numérique a double pente C 520 avec 3 ciffres.

## 1. Introducere

Aparatul realizat şi prezentat în continuare este destinat unei largi game de utilizări, pentru măsurarea puterii active şi reactive la $(\cos\varphi)_N = 1$ sau $(\cos\varphi)_N = 0{,}1$ în banda de frecvenţă 0 ... 1000 kHz.

Deşi nu are o precizie ridicată ($c = 1$ %) el este util la măsurarea puterilor în reţea în regim deformant, în reţele cu defazaje inductive sau

* Institutul Politehnic Bucureşti

capacitive $\left(-\frac{\pi}{2} < \varphi < \frac{\pi}{2}\right)$ sau în banda de audio frecvență.

El are la bază un multiplicator integrat hibrid tip AD428J cu eroare globală $\varepsilon \leqslant 0{,}2\%$, pe principiul modulației în amplitudine și durată, ce poate lucra în toate 4 cadrane pe o bandă de frecvențe 0 ... 100 kHz.

Tensiunea este redusă la valoarea de max. $\pm$ 10 V printr-un divizor compensat cu mai multe game (50 V ; 100 V ; 250 V ; 500 V), iar curentul este cules de pe un șunt multiplu și este convertit într-o tensiune în gama $\pm$ 10 V valoare maximă. Gamele de curent sînt 0,5 A ; 1 A ; 2,5 A ; 5 A.

La ieșire multiplicatorul va da puterea instantanee.

$$p = u \cdot i = 2\,UI\,\sin\omega t \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$p = UI[(\cos\varphi - \cos(2\omega t + \varphi)]$$

Valoarea medie a acestei puteri instantanee :

$$P = p = UI\,\cos\varphi$$

Ea este reprezentată printr-o tensiune continuă în gama 0 ... 10 V.

Pentru determinarea puterii reactive din puterea instantanee, se scade, pe durata pulsului negativ, din puterea activă valoarea medie a acestuia (suprafața $F$) (fig. 1).

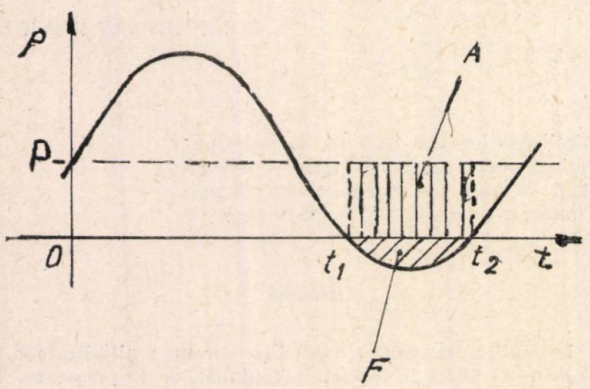



Fig. 1 Modul de determinare al puterii reactive

$$u = U\sqrt{2}\,\sin\,\omega\,t$$

$$i = I\sqrt{2}\,\sin\,(\omega\,t + \varphi)$$

$$p = 2\,UI\sin\omega t\sin(\omega t + \varphi)$$

$$p = UI[\cos\varphi - \sin(2\omega t + \varphi)]$$

$$t_1 = n\frac{\pi}{\omega} - \frac{\varphi}{\omega};\quad t_2 = n\frac{\pi}{\omega};$$

$$F = \int_{t_2}^{t_2} uidt = UI\left(\frac{\varphi}{\omega}\cos\varphi\frac{1}{\omega}\sin\varphi\right) =$$

$$= \frac{\varphi}{\omega}UI\cos\varphi - \frac{UI}{\omega}\sin\,\varphi$$

$$\frac{1}{T}\int_0^T UI\sin\varphi dt = \frac{1}{T}\int^T\left(\frac{}{\omega}\cos\varphi - F\right)dt =$$

$$= \frac{1}{\pi}UI\sin\varphi = \frac{1}{\pi}\,Q$$

$$Q = \frac{\pi}{T}\int_0^T\left(\frac{\varphi}{\omega}\cos\varphi - F\right)dt = \pi\cdot\frac{1}{T}\int_0^T(A - F)dt$$

Valoarea medie a acestor pulsuri reprezintă deci puterea reactivă $\left(\text{multiplicată cu } \frac{1}{\pi}\right)$.

Cele două tensiuni proporționale cu $P$ și $Q$ se pot aplica pe rînd printr-un bloc de adaptare a circuitului integrat C 520 cu funcție de voltmetru numeric cu 3 cifre.

Pentru realizarea $(\cos\varphi)_N = 0{,}1$ se introduce la ieșirea multiplicatorului integrat un amplificator de măsură cu amplificarea egală cu 10 în cazul defazajelor mari între curent și tensiune.

## 2. Schema funcțională

Pentru realizarea wattmetrului-varmetrului s-a adoptat deci următoarea schemă funcțională (fig. 2) :

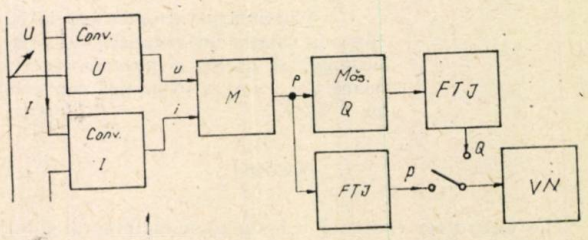



Fig. 2 Schema funcțională a aparatului

Convertorul de tensiune (conv. $U$) conține în afara divizorului compensat un repetor de tensiune pentru adaptare.

Convertorul de curent (conv. $I$) conține un șunt multiplu și un amplificator neinversor realizat cu integratul $\mu$A 709, care dă la ieșire o tensiune proporțională cu curentul în gama $\pm$ 10 V valoare maximă.

La ieșirea multiplicatorului, un amplificator inversor poate fi comandat să amplifice cu 10 $(\cos\varphi)_N = 0{,}1)$ sau să repete $(\cos\varphi)_N = 1$.

Pentru separarea puterii active se filtrează puterea instantanee cu un filtru activ trece-jos cu două etaje.

Tensiunea continuă astfel obținută este adusă, cu o rețea de rezistențe, în gama 0 ... 1 V și aplicată voltmetrului numeric.

Pentru separarea puterii reactive, conform relațiilor expuse mai sus, se utilizează următoarea schemă funcțională (fig. 3) :

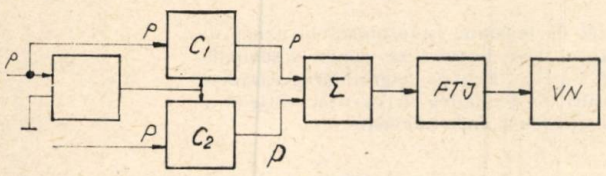



Fig. 3 Schema funcțională pentru separarea puterii reactive

La trecerea prin zero în sens descrescător a puterii instantanee $p$, detectorul de nivel $DN$ va comanda închiderea comutatoarelor $c_1$ și $c_2$ care aduc la sumator cu polarități corespunzătoare puterea instantanee $p$ și puterea activă $P$ deja măsurată. În sumator se efectuează diferența $A - F$ a pulsurilor.

Filtrul trece-jos de la ieșirea sumatorului identic cu cel descris anterior va efectua valoarea medie a pulsurilor rezultante furnizînd la ieșire o tensiune proporțională cu $Q$.

Comutatorul de funcții poate aplica această tensiune la voltmetrul digital pentru citirea puterii reactive.

Pentru citirea corectă a rezultatului cifra afișată trebuie multiplicată ca la orice wattmetru analogic cu constanta de scară rezultată din intervalele de curent și tensiune selectate.

Dacă s-ar fi ales numai game zecimale (de ex. 10 — 100 — 1000 V și 0,1 — 1 — 10A) s-ar fi putut comanda virgula automat și citirea ar fi fost directă.

Se pierdea însă din rezoluția aparatului și de aceea s-a preferat această soluție. Se poate concepe și o schemă cu alegerea automată a gamei însă prețul aparatului crește corespunzător.

## 3. Concluzii

Aparatul descris mai sus are ca principală calitate banda largă de frecvență la o precizie acceptabilă ($c = 0{,}5 - 1\%$) dependentă și de calitățile componentelor folosite (amplificatoare operaționale, rezistoare, condensatoare etc.).

El impune automat varianta amonte de conectare a circuitului de tensiune față de circuitul de curent datorită masei comune a multiplicatorului față de care se aplică cele două tensiuni proporționale cu $U$ și $I$.

Introducerea unui transformator de curent pentru izolare galvanică reduce drastic intervalul de frecvență în care poate funcționa aparatul.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Millea, A.* : Măsurări electrice-principii și metode. Ed. Tehnică, București, 1980.
[2] *Bulucea C., Vais M., ș.a.* Circuite integrate liniare. Ed. Tehnică , București, 1975.
[3] *Drăgulănescu, M.* : Agenda radioelectronistului. Ed. Tehnică, București, 1983.
[4] *Radu, O.* : Componente electronice pasive, Catalog. Ed. Tehnică, București, 1981.

# Generator de tensiune sinusoidală cu frecvenţă programabilă

CONSTANTIN VLAICU

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă un generator programabil de tensiune sinusoidală în gama 10 kHz ... 1 MHz bazat pe un circuit PLL. Generatorul este destinat să genereze semnale sinusoidale programabile numeric cu rezoluţia de 1 kHz. Pentru determinarea caracteristicilor de frecvenţă, programatorul intern permite programarea frecvenţei iniţiale, a pasului de creştere a frecvenţei şi a duratei de menţinere a unei frecvenţe.

**Abstract**

The paper presents a programable sinusoidal voltage generateur with the range 10 kHz ... 1 MHz based upon a PLL circuit. The generator is intended for digitally programmed generation of signals with a resolution of 1 kHz. In order to determine the frequency characteristics, the built-in programmer allows for the starting frequency, the incremental rate and the duration of a given frequency to be set up.

**Résumé**

L'article présente un générateur programmable de tension sinusoidale dans l'intervalle 10 kHz ... 1 MHz basé sur un circuit PLL. Le générateur est construit pour générer des signaux sinisoidale numériquement programmables avec une résolution de 1 kHz. Pour déterminer les caractéristiques de fréquence le programmeur inclus permet la programmation de la fréquence initialle, le pas de croissance et la durée du maintein d'une fréquence.

## 1. Introducere

Generatorul sinusoidal cu frecvenţa programabilă numeric a fost realizat pe baza unei teme propuse de ICEMENERG Bucureşti. El este destinat utilizării într-o schemă de măsurare pentru determinarea caracteristicii amplitudine-frecvenţă a transformatoarelor de mare putere, în cadrul unei noi metode de diagnosticare a defectelor acestora în urma producerii unor avarii în sistem.

Generatorul poate fi utilizat însă în orice laborator ca sursă de semnal sinusoidal cu frecvenţa cunoscută şi stabilită în gama 10 kHz ... ... 1MHz cu rezoluţie de 1 kHz.

În comparaţie cu alte generatoare din aceeaşi categorie poate furniza o frecvenţă programată de panou de la un comutator zecimal, sau poate baleia automat gama de frecvenţă.

În acest caz se poate programa de pe panou frecvenţa de pornire, pasul de frecvenţă şi se poate regla continuu durata pasului, între 2 şi 20 secunde şi amplitudinea între 0 şi 5V vîrf-vîrf cu subgame de 0,05 V şi 0,5 V vîrf-vîrf.

Avansul cu un pas de frecvenţă este semnalizat luminos prin LED-uri şi printr-un impuls disponibil la un conector BNC de pe panou, care poate fi folosit la automatizarea determinării caracteristicii amplitudine-frecvenţă.

## 2. Structura schemei şi principiul de funcţionare

Generatorul prezentat este de tip interferenţial fiind format din două oscilatoare pilotate cu cuarţ, unul de frecvenţă fixă, iar altul de frecvenţă variabilă. Ele pot lucra cu semnale dreptunghiulare deoarece printr-un filtru trece jos se selectează frecvenţa fundamentală a diferenţei celor două frecvenţe mixate.

Oscilatorul cu frecvenţă variabilă este realizat cu ajutorul unui oscilator comandat în tensiune, introdus într-o buclă PLL, aceasta asigurînd controlul numeric al frecvenţei.

Cele două frecvenţe, fixă şi variabilă, sînt mixate într-un element neliniar. La ieşirea acestuia se obţine un semnal ce conţine atît suma cît şi diferenţa celor două frecvenţe.

Cu ajutorul unui filtru trece jos, cu rejecţie bună, se elimină suma frecvenţelor cît şi armonicile superioare din componenţa celor două semnale dreptunghiulare. Astfel semnalul la ieşirea din filtru este sinusoidal.

El este amplificat într-un amplificator cu reglare automată a amplificării pentru a obţine la ieşire un semnal de amplitudine constantă, indiferent de frecvenţa acestuia, dar reglabilă de pe panou.

Bucla cu calare pe fază (PLL) este prevăzută cu un divizor programabil cu ajutorul căruia se poate face şi baleierea automată a gamei de frecvenţe.

Structura schemei funcţionare este prevăzută în fig. 1.

Principiul de funcţionate al acestui tip de generator este îndeobşte cunoscut. El se bazează pe schimbarea frecvenţei prin schimbarea raportului divizorului programabil cu numărul natural $N$ (În cazul nostru între 4010 şi 4999). Acest raport de divizare $1/N$ se schimbă prin comanda de pe panou a ultimelor 3 cifre, divi-

* Institutul Politehnic Bucureşti

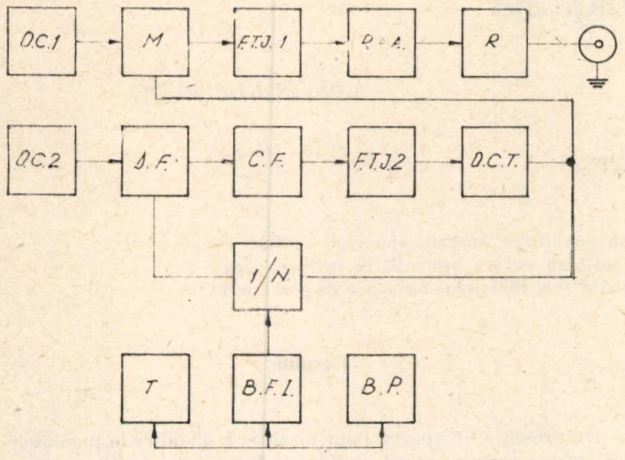



Fig. 1. Schema funcțională a generatorului sinusoidal programabil numeric

*OC*1 — oscilator cu cuarț de 4 MHz ; *OC*2 — oscilator cu cuarț de 200 kHz ; *DF* — divizor de frecvență 1 : 4000 : *CF* — comparator de fază ; *FTJ*1 — filtru trece jos cu frecvența de tăiere de 1,2 MHz ; *FTJ*2 — filtru trece jos cu frecvența de tăiere de 600 Hz ; *OCT* — oscilator comandat în tensiune ; *1/N* — divizor programabil ; *RAA* — amplificator cu reglare automată a amplificării ; *R* — repetor final (buffer) ; *BFI* — bloc de stabilire a frecvenței inițiale ; *BP* — bloc de stabilire a pasului ; *T* — temporizator pentru baleiere automată.

zarea cu 4000 fiind fixă. Deci bucla *PLL* caleză pe o frecvență cuprinsă între 4010 și 4999 kHz.

Prin mixare cu frecvența fixă de 4000 de la OC1 se obține prin scădere frecvența dorită de 10 ... 999 kHz.

OC2 furnizează prin divizarea cu 200 a frecvenței proprii de 200 kHz, frecvența de referință a comparatorului de fază de 1 kHz.

Pentru baleierea gamei de frecvență cu un pas dorit se programează frecvența inițială de la comparatorul cu 3 decade de pe panou ce implementează cele 3 cifre în registrul divizorului $1/N$. Apoi, de la programatorul pasului, se reglează pasul dorit (cu un număr cu două cifre prin două comutatoare decadice).

În acest moment generatorul va furniza frecvența inițială programată.

La comanda realizată printr-un comutator se decuplează numărătorul de la comutatoarele de programare el realizînd în continuare divizarea cu cifra memorată.

Cu un tact stabilit de temporizator el se va încărca în plus cu o cifră egală cu pasul programat. Astfel, frecvența crește cu pași egal pînă la atingerea cifrei maxime 999 kHz, cînd se oprește automat semnalizînd aceasta prin aprinderea unui LED roșu.

Durata menținerii unei frecvențe poate fi reglată dintr-un potențiometru ce comandă durata de temporizare.

Prin comanda amplificării la amplificatorul cu *RAA* se reglează amplitudinea semnalului pe una din gamele selectate 0 ... 0,05 $V_{vv}$, 0 ... 0,5 $V_{vv}$ sau 0 ... 5 $V_{vv}$.

Etajele analogice utilizate au fost selectate din punct de vedere al stabilității cu temperatura și cu alți factori de influență.

Astfel *OCT* este un oscilator cu *TEC*, stabil cu temperatura, cu nivel redus de zgomot și distorsiuni, cu impedanță mare de intrare, care poate funcționa pînă la frecvențe de 10 ... ... 20 MHz.

Circuitul oscilant de tip LC cu diode varicap BB 139 cu priză pe bobină se află în grila unui TEC de tip BFW 10.

Ca amplificator se utilizează un tranzistor bipolar BFR 90. În colector s-a prevăzut un autotransformator pe inel de ferită avînd dublu rol : separarea oscilatorului și adaptarea cu sarcina.

Un alt etaj mai deosebit este amplificatorul cu *RAA*.

La ieșirea din mixer și filtrul *FTJ*1 semnalul are amplitudine mică și variabilă cu frecvența. Amplificatorul cu *RAA* amplifică semnalul astfel încît să-și mențină amplitudinea constantă. Asigură de asemeni, posibilitatea realizării prin divizoare fixe a 3 game de amplitudine și reglajul continuu pe fiecare gamă.

Mixerul este tot cu *TEC* cele două semnale aplicîndu-se în grilă și sursă. Filtrele trece jos sînt cu celule $\pi$ bobină serie și condensatoare la masă, bobinele fiind realizate pe inele toroidale de ferită.

Aceste etaje ca și celelalte precum temporizatorul realizat cu BE 555 sînt obișnuit utilizate în aparatele electronice.

## 5. Concluzii

Generatorul astfel realizat a fost etalonat cu ajutorul unui frecvențmetru de precizie ($10^{-7}$) BM și se poate conta pe o stabilitate a frecvenței dată de cele două oscilatoare cu cuarț netermostate (cca. $10^{-3} \cdots 10^{-4}$).

Stabilitatea în amplitudine este mai redusă ($\simeq 1\%$) dar pentru aplicația preconizată ea este suficientă.

Generatorul de semnal sinusoidal programabil poate fi util în orice laborator de electronică industrială care lucrează în această gamă de frecvențe, fie ca sursă de semnal cunoscut ca frecvență fie pentru determinarea caracteristicii amplitudine-frecvență a unor cuadripoli electrici.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Băjeu, G.* : Generatoare de radiofrecvență. Editura Tehnică, 1980, Buc
[2] *Mitrofan, Gh.* : Generatoare de impulsuri și de tensiune
[3] *Ardeleanu I.*, ș.a. Circuite integrate CMOS. Manual de utilizare. Ed. Tehnică, București, 1986.
[4] *Badea M.*, ș.a. Circuite integrate liniare. Manual de utilizare. Ed. Tehnică, București, 1984.

# Traductor de putere cu ieşire digitală

COSTIN CEPIŞCĂ *

REZUMAT

Lucrarea prezintă un aparat pentru telemăsurarea puterii electrice, avînd ca mărime de ieşire o frecvenţă proporţională cu puterea activă aplicată la intrare. Traductorul utilizează un circuit integrat ca multiplicator şi se încadrează în clasa de precizie 1.

Abstract

An instrument for the remote measurement of active electric power, the output of which is a freqency proportional to the imput active power, is described. The transducer includes an integrated multiplier and conforms to the accuracy class 1.

Resumé

On présente un apareil pour mesurer à distance la puissance électrique active, ayant comme grandeur de sortie une fréquence proportionelle avec la puissance électrique active d'entrée. Le transducteur utilisé est un circuit intégré ayant une fonction de multiplicateur et correspond à la classe de précision 1.

## 1. Introducere

În lucrare se prezintă un aparat realizat pentru telemăsurarea puterii electrice active. Elementul nou îl constituie faptul că mărimea de ieşire este o mărime digitală şi anume o succesiune de impulsuri cu frecvenţa proporţională cu puterea electrică activă. În ţară se realizează numai traductoare pe principiul dublei modulări, în amplitudine şi durată, cu ieşire în semnal analogic unificat 2 ... 10 mA sau 4 ... 20 mA. Prin adăugarea convertorului analog-digital se lărgeşte aria de aplicare a acestor aparate.

## 2. Principiul de realizare al aparatului

La intrare se aplică cele două semnale : $u(t)$ — tensiunea electrică din circuit şi $i(t)$ — intensitatea curentului electric din circuit.

Puterea instantanee este :

$$p(t) = u(t)\, i(t) \tag{1}$$

iar puterea activă

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T p(t)\mathrm{d}t \tag{2}$$

Rezultă că aparatul trebuie să conţină un bloc multiplicator pentru realizarea relaţiei (1) şi un filtru trece jos pentru obţinerea părţii constante a puterii instantanee $p(t)$ şi anume puterea activă $P$.

În consecinţă, schema bloc conţine circuite de intrare pentru $u(t)$ şi $i(t)$, un amplificator analogic ce realizează operaţia :

$$u_0(t) = k_1 u(t) \cdot k_2 i(t) = k_3 p(t) \tag{3}$$

un filtru trece jos pentru tăierea componentei alternative de frecvenţă dublă, un bloc de ieşire analogică pentru obţinerea semnalului de ieşire 2 ... 10 mA şi un bloc de ieşire digitală.

## 3. Blocul multiplicator

La intrare se aplică semnalele :

$$u_1(t) = k_1 u(t) \tag{4}$$

$$u_2(t) = k_2 i(t)$$

obţinute în secundarul unor transformatoare de adaptare.

Multiplicatorul analogic realizează funcţia :

$$u_0(t) = \frac{u_i(t) \cdot u_2(t)}{10} \tag{5}$$

S-a utilizat un multiplicator BURR—BROW tip 4206 K, cu performanţe metrologice corespunzătoare.

* Institutul Politehnic Bucureşti

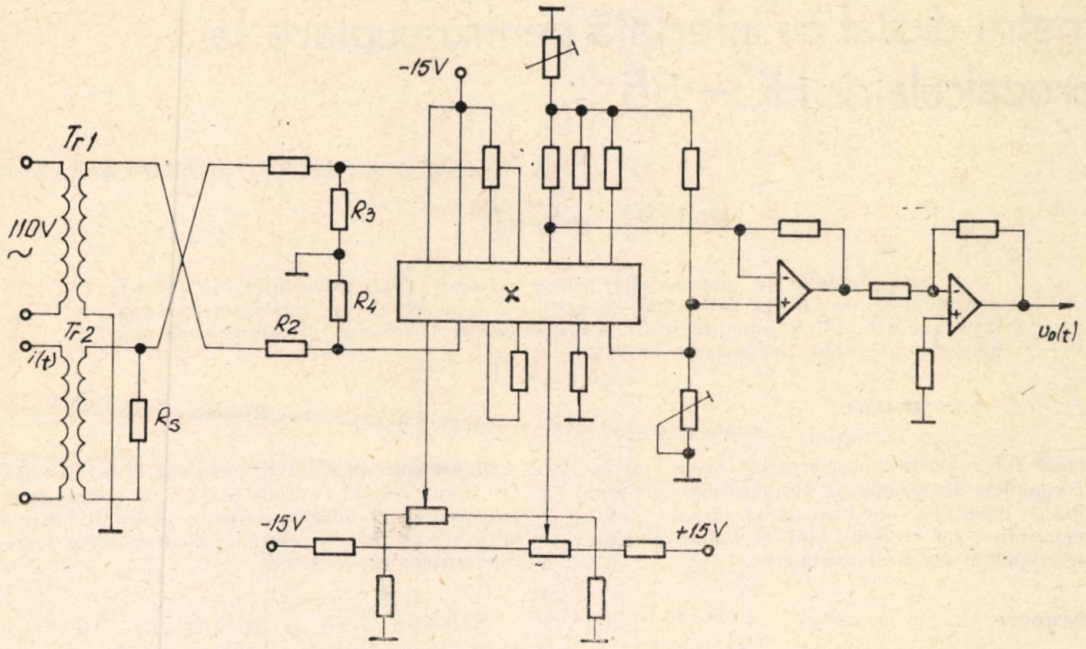



Fig. 1 Bloc de multiplicare

**4. Blocul ieşire analogică** (fig. 2)

Semnalul de ieşire $u_0(t)$ al blocului multiplicator se aplică unui filtru activ trece-jos iar în continuare lanţul metrologic conţine un circuit de ieşire, convertor tensiune-curent.

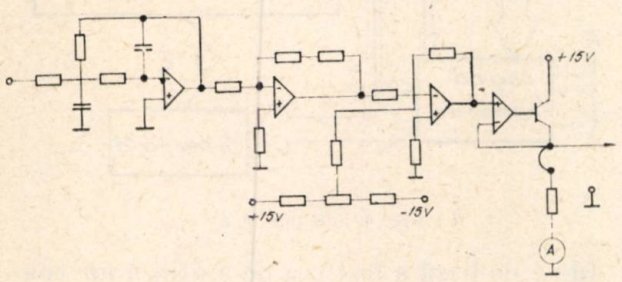



Fig. 2 Bloc ieşire analogică

**5. Blocul ieşire digitală** (fig. 3)

Semnalul analogic de ieşire $I = 2 \ldots 10$ mA este convertit în tensiune şi aplicat la intrarea unui convertor tensiune-frecvenţă, realizat cu un convertor specializat H431. Se obţin la ieşire impulsuri a căror frecvenţă este proporţională cu puterea activă.

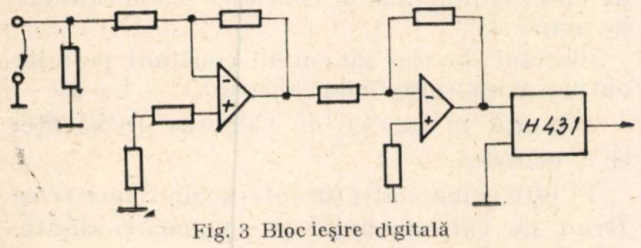



Fig. 3 Bloc ieşire digitală

Aparatul a fost construit pentru mărimile de intrare

$$U = 220 \text{ V}$$

$$I = 5\text{A}$$

deci : $P_{max} = 1100$ W

Frecvenţa maximă la ieşire fiind 10 kHz rezultă factorul de conversie :

$$\frac{10 \text{ kHz}}{1100 \text{ W}}$$

**6. Determinări experimentale**

Aparatele de acest tip sînt construite să corespundă prevederilor clasei de precizie 1. Măsurările efectuate au indicat o încadrare corespunzătoare în aceste prevederi.

**7. Concluzii**

Aparatul este util în telemăsurarea puterii active, aducînd avantajele cunoscute ale prelucrării digitale a semnalului.

Prin utilizarea unui multiplicator integrat în locul celui realizat din componentele discrete se reduce preţul de cost şi gabaritul.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Cepişcă, C., Vlaicu C.* : Măsurări electrice şi electronice IPB, 1989.

[2] *** : Catalog Burr-Brown

# Ohmmetru digital cu interfață pentru cuplare la un microcalculator HC—85

COSTIN CEPIȘCA, BOGDAN PATRINICHE* ELENA CHIȚU **

**REZUMAT**

Este prezentat un aparat digital pentru măsurarea rezistenței între 1 Ω și 100 Ω permițînd automatizarea procesului de măsurare și de prelucrare a rezultatelor. Aparatul poate fi util în laboratoare de încercări, pentru urmărirea și înregistrarea unor mărimi convertibile în rezistență electrică.

**Abstract**

An instrument for resistance measurement from 1 Ω to 100 Ω with a complete automation of the measurement and data processing, is described. The instrument may be useful in testing laboratories, for tracking and recording ph'sical quantities converted into electrical resistance.

**Résumé**

On présente un appareil pour mesurer la résistance de 1 Ω à 100 Ω qui permet l'automatization du mesurage et du calcul des résultats. L'appareil se peut rendre util dans les laboratoires d'essai pour le contrôl et l'enregistrement des grandeurs convertibles en résistance.

## 1. Introducere

Creșterea preciziei și vitezei de măsurare implică, în cazul măsurărilor multiple și repetate, metoda de măsurare în care să se automatizeze culegerea datelor, prelucrarea acestora și prezentarea sub o formă ușor interpretabilă de către operator.

Tendința actuală este de a se realiza sisteme de măsurare guvernate de calculator, sisteme cu o cît mai mare versalitate, în care calculatorul, în afara programului de măsurare pe care-l supervizează, servește și la sinteza semnalelor necesare și la efectuarea calculelor complexe.

Aparatul realizat permite automatizarea operației de măsurare a rezistenței electrice, fiind util de exemplu într-un laborator de încercări pentru studierea comportării în timp a unor mărimice se pot converti în variație de rezistență.

*Caracteristici tehnice* :

— intervalul de măsurare : 1Ω ... 100 kΩ ;
— comutare manuală a gamelor de măsurare ;
— posibilitatea conectării pe o magistrală de 8 biți pentru prelucrarea multiplexată în timp a valorii numerice măsurate, multiplexarea făcîndu-se prin două semnale LO și HI care fac posibilă apariția pe magistrala interfeței a două cuvinte de 8 biți conținînd 12 biți de informație a mantisei (3 cifre BCD) și 4 biți reprezentînd ordinul de mărime.

## 2. Schema bloc a ohmmetrului

Principiul realizării ohmmetrului se bazează pe măsurarea căderii de tensiune produsă pe rezistorul necunoscut $R_x$ de către un curent constant cunoscut.

Schema bloc a aparatului (fig.1) cuprinde toate conexiunile dintre module.

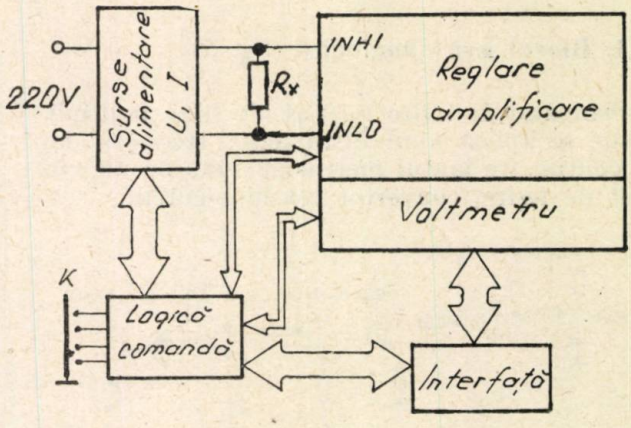



Fig. 1 Schema bloc

Ideea de bază a fost cea de a utiliza un convertor analog — numeric realizat cu un circuit C 520 D. Modulul voltmetru de panou are integrată în structura sa și funcțiile de scalare a amplificarii intervalului și de afișare a unității de măsură. El permite, de asemenea, preluarea semnalelor de mantisă BCD și cifră zecimală ($L$, $m$, $H$) pentru înscrierea lor într-un registru permițînd prelucrarea ulterioară a acestor semnale rezultate din conversie, avînd în vedere că circuitul C 520 D este un convertor special conceput pentru afișare și unul pentru achiziții de date, el funcționînd continuu și multiplexat în timp.

Modulul surselor de curent constant permite obținerea unui curent de valoare 0,1 — 1 —10 — — 100 mA în funcție de valoarea rezistenței ce se măsoară.

El este comandat prin intermediul unor relee Reed de către modulul de comandă și afișare.

* Institutul Politehnic București
** Intreprinderea de Aparate și Utilaje de Cercetare.

În modulul interfață se realizează înscrierea în trei registre de 4 biți a celor 12 biți BCD reprezentînd rezultatul conversiei analog-numerice. Această înscriere este necesară deoarece acești 12 biți apar în trei timpi diferiți ai ciclului de conversie — afișare, cîte 4 biți, după cum are nevoie decodorul de afișare.

Semnalele de multiplexare sînt reformate pentru evitarea înscrierilor parazite.

Interfața este prevăzută la partea de ieșire cu buffere de tip 3-state pentru cuplarea celor 16 biți la o magistrală de 8 biți selectat prin două semnale de către calculator.

### 3. Sursele de curent

Modulul surselor de curent (fig. 2) este compus din două zone distincte. În prima zonă se realizează o tensiune stabilizată care se aplică sursei de curent ( a doua zonă) ca tensiune de referință.

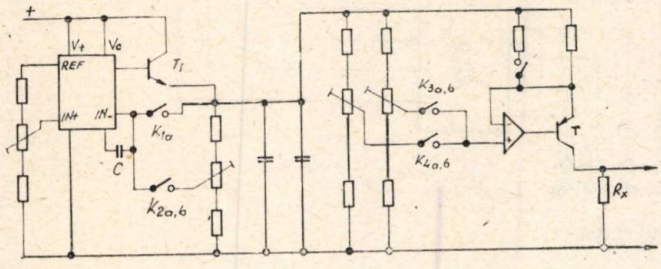



Fig. 2 Sursa de curent

Stabilizatorul poate furniza două tensiuni de referință, funcție de intervalul de curenți cerut de gama de măsurare. Pentru gamele $R_x$ = = 1,10, 100 kΩ este nevoie de $I = 10$ sau 100 mA și pentru a nu disipa inutil putere pe tranzistorul $T_2$, se utilizează tensiunea de referință de 5 V. Pentru gamele $R_x = 1, 10, 100$ kΩ curentul $I = 0,1$ sau 1 mA este unic, dar excursia de tensiune este mare și de aceea se utilizează 15 V. Cele două poziții de comutare sînt asigurate de logica de comandă și exclud posibilitatea conectării greșite pe interval.

Sursa de curent este realizată într-o configurație clasică de sursă bazată pe un amplificator operațional, care menține în permanență tensiunea pe intrarea inversoare (emitor $T_2$) egală cu cea de referință, iar prin aceasta curentul de colector (și cel de emitor) se menține constant.

În tabelul 1 se prezintă centralizat mărimile importante corespunzătoare acestui bloc.

*Tabelul 1*

| Interval | $I$ (mA) | Tens. de alimentare (V) | Amplificare necesară |
|---|---|---|---|
| 1Ω | 100 | 5 | 10 |
| 10Ω | 10 | 5 | 10 |
| 100Ω | 10 | 5 | 1 |
| 1 kΩ | 1 | 15 | 1 |
| 10 kΩ | 1 | 15 | 1/10 |
| 100 kΩ | 0,1 | 15 | 1/10 |

### 7. Voltmetru de panou (fig. 3)

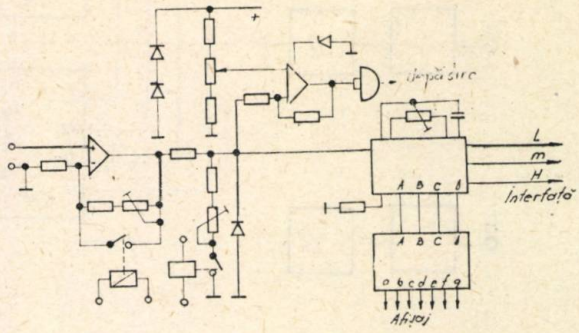



Fig. 3 Voltmetru

Convertorul C 520 D admite la intrare o tensiune în intervalul 0 ... 1V. De aceea se prevede în schemă un etaj de intrare realizat cu AO βM 108 care realizează amplificările conform tabelului 1.

În paralel cu intrarea convertorului este prevăzut un circuit de sesizare a depășirii intervalului.

Blocul convertor analog-digital este aplicația tipică de catalog a circuitului C 520 D, cu particularitatea introducerii unor condensatoare de filtrare pe ieșirile de comandă a cifrelor pentru eliminarea unor tranziții parazite ce ar conduce la încercări eronate de date.

De reținut modul de funcționare al convertorului în care, fiecare măsurare și afișare constă în patru secvențe : prima secvență este cea a conversiei dublă-pantă, iar celelalte trei secvențe servesc pentru afișarea pe rînd a fiecărei cifre zecimale.

### 5. Circuitul de interfață (fig. 4)

Constituie o cartelă separată, fiind eventual susceptibil de modificări ulterioare funcție de tipul achiziției (8 sau 16 biți).

În varianta aleasă se prezintă la ieșire 8 biți de date cuprinzînd pe octetul inferior cele două grupe BCD corespunzînd cifrelor mai puțin semnificative ale rezultatului, iar pe octetul superior 4 biți BCD reprezentînd partea superioară a rezultatului și 4 biți codificînd intervalul de măsurare.

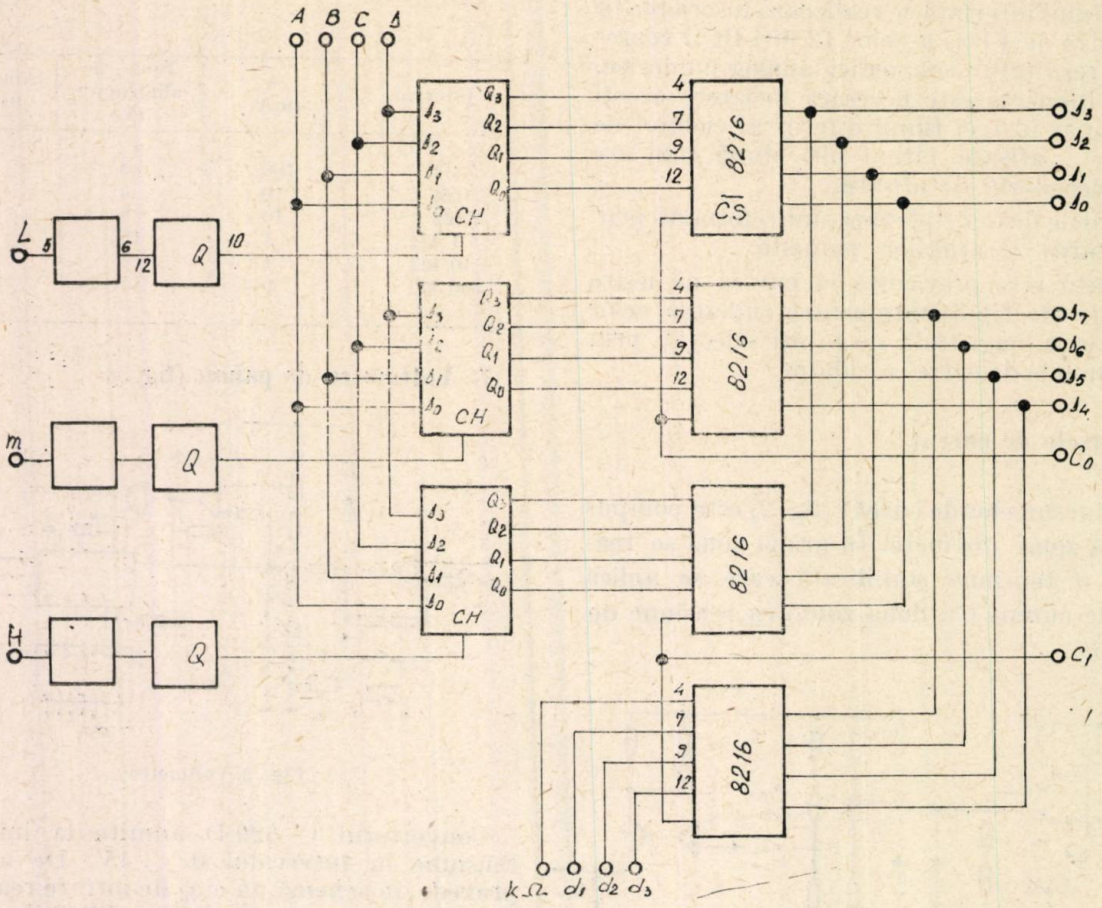



Fig. 4 Interfața

Blocul este prevăzut la ieșire cu 4 buffere 3 — state de tip 8216 care plasează pe magistrala de 8 biți cele două ce formează rezultatul măsurării.

Comanda interfeței este realizată de către sistemul „master" prin cele două linii $C_0$ și $C_1$ care nu trebuiesc să ia simultan valoarea 0. Prin conexiune $\overline{\text{DIEN}}$ în 0 logic accesul datelor este permis doar dinspre interfață spre calculator.

Datele furnizate multiplexat de circuitul C 520 D sînt încărcate paralel în registre de tip MMC 40104 prin aplicarea unui impuls scurt pe fiecare din cele 3 registre doar în momentul în care datele sînt sigur stabile la ieșirea convertorului și doar cînd datele se referă la rangul zecimal corespunzător.

## 6. Interfața de ieșire

Este proiectată încît poate fi adoptată la un dispozitiv periferic de tip PTO folosind 8 biți de date și încă 2 biți de comandă care, fiecare dintre ei, activează cîte 8 biți de date ($C_1$ comandă accesul la magistrala de 8 biți a părții inferioare a mantisei iar $C_2$ partea superioară plus exponentul).

Pentru a folosi magistrala de tip Spectrum Sinclair a calculatorului HC 85, acestei interfețe a aparatului i se atașează la ieșirea calculatorului un decoder de adrese (fig. 5)

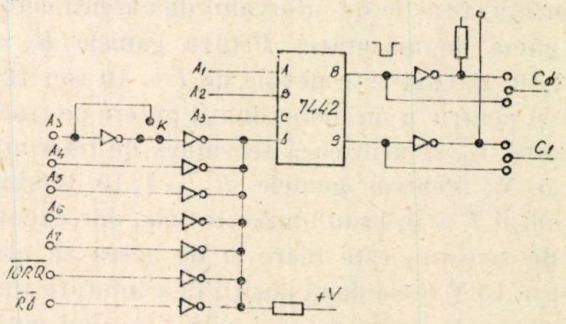



Fig. 5 Interfața de ieșire

Schema cuprinde un decoder care realizează ciclul de citire de la două periferice văzute de procesorul Z 80 la adresele consecutive 00 H și 01H (sau 8 0 H și 81 H cu comutatorul $K$ ca în figură).

Prin intermediul porților CDB 407 ($P_3$ — — $P_8$) și CDB 406 ($P_1$, $P_2$) cablate într-un SAU aplicat intrării $D$ a decodorului BCD-zecimal CDB 442 se decodifică doar pe timpul aplicării simultane a semnalelor $\overline{\text{IORQ}}$ și $\overline{\text{RD}}$

(apărute doar în timpul instrucțiunii *IN* folosite pentru citire) una din ieșirile $C_1$ sau $C_2$ în funcție de starea bitului $A0$ de pe magistrala de adrese (pentru $A0 = 0$ se citește partea inferioară a mantisiei, iar pentru $A0 = 1$ se citește partea superioară și exponentul).

### 7. Concluzii

În urma verificărilor metrologice se constată o încadrare a performanțelor metrologice în clasa de precizie 1.

Automatizarea procesului de măsurare și de prelucrare a rezultatelor permite o implementare ușoară în diverse laboratoare de încercări.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Cepișcă, C., Vlaicu, C.* : Măsurări electrice și electronice litografiat IPB, 1989.

[2] *Vătășescu A.*, ș.a. : Circuite integrate liniare. Editura Tehnică.

# Adaptor pentru măsurarea capacităților

*DUMITRU CUCIUREANU* și *ADRIAN GABURĂ**

**REZUMAT**

Articolul descrie o metodă și o instalație pentru măsurarea capacităților cu pierderi reduse pînă la 2μF. Măsurarea se realizează cu ajutorul unui voltmetru de 200 mV c.c. Pentru măsurarea capacității se aplică o tensiune triunghiulară de frecvență și amplitudine constante condensatorului de măsurat în serie cu o rezistență compensată. Înregistrînd căderea de tensiune pe rezistorul calibrat, la un moment dat se poate obține o tensiune proporțională cu capacitatea de măsurat. Sînt descrise schema bloc, adaptorul și performanțele.

**Abstract**

This paper describes a method and an apparatus for measuring low losses capacitors up to 2 μF. The measuring is done using a 200 mV dc. output voltmeter. The capacity measuring is achieved by applying a triangular voltage of constant frequency and amplitude to the measuring capacitor in series with a balanced resistor. By storing the voltage drop on the calibrated resistor at certain moments, a continous voltage proportional to the measuring capacity can be obtained. The present paper describes the measuring method, the block diagram, the adapter and the performance

**Résumé**

L'article decrit une méthode et une installation pour mesurer les capacités à pertes reduites jusqu'a 2μF. Pour mesurer on utilise un voltmètre de 200 mV c.c. Quand on veut mesurer la capacité, le condensateur est connecté en série avec une résistance compensée et on lui applique une tension triangulaire à fréquence et amplitude constantes. En enregistrant la chute de tension sur la résistance étalonnée à un moment donné on peut obtenir une tension qui est proportionnelle avec la capacité qu'on veut mesurer. On decrit la schema bloc, l'adapteur et les performances.

Răspîndirea electronicii prin dotarea corespunzătoare a tuturor activităților, apariția micilor întreprinderi în domeniu sau pentru service solicită tot mai multe aparate de măsură. Cel puțin pentru aceste activități se cer aparate de precizie moderată, preț mic, cu posibilități multiple de măsurare.

În această idee se încadrează inițiativa ICPE — Filiala Iași de a realiza o trusă de adaptare pentru măsurarea cu ajutorul unui multimetru a mai multor mărimi electrice sau neelectrice

Adaptorul pentru măsurarea capacităților face parte din această trusă.

### 1. Principiul de funcționare

Pentru măsurarea capacităților electrice se folosesc multe metode cum ar fi : aplicarea unei tensiuni sinusoidale cunoscute capacității de măsurat și măsurarea curentului ce-l străbate, introducerea capacității de măsurare într-un oscilator sinusoidal sau de relaxare și măsurarea frecvenței ; metoda rezonanței ; metoda substituției. Preferarea unei metode sau alta este determinată de restricțiile care se impun : precizie, interval de măsurare, consum energetic, preț, gabarit, frecvența de măsurare etc.

Acceptînd restricțiile impuse de scopul enunțat la începutul lucării, s-a ales metoda aplicării capacității de măsurat a unei tensiuni triunghiulare de amplificare și frecvență fixă și măsurarea curentului ce-l străbate.

Circuitul de măsurare simplificat este prezentat în fig. 1. Curentul care străbate capacitatea de măsurat este :

$$i(t) = C_x \cdot \frac{du_c(t)}{dt}$$

Căderea de tensiune pe rezistentorul $R$ este :

$$u_R(t) = R \cdot i(t) = RC_x \cdot \frac{du_c(t)}{dt}$$

În cazul unei tensiuni triunghiulare derivata este constantă pe intervale de timp. Avînd în vedere că elementele de circuit sînt lineare și

* ICPE-Filiala Iași

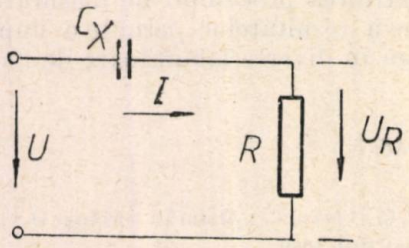



Fig. 1

că tensiunea aplicată circuitului este triunghiulară de amplitudine și frecvență constantă se poate scrie :

$$U_R = K\, C_x$$

Tensiunea obținută pe rezistența $R$ are forma dreptunghiulară și prin eșantionarea și memorarea la anumite momente a tensiunii vîrf la vîrf se poate obține o tensiune continuă proporțională cu capacitatea $C_x$.

## 2. Schema bloc

Plecîndu-se de la principiul de măsurare s-a ajuns la schema bloc din fig. 2.

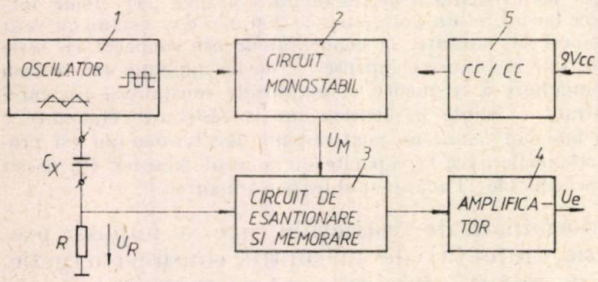



Fig. 2

Un oscilator (1) produce un semnal dreptunghiular și unul triunghiular sincrone. Semnalul triunghiular alimentează „circuitul de măsurare $RC_x$" iar semnalul dreptunghiular un circuit monostabil (2). Tensiunea $U_R$ este eșantionată și memorată de circuitul (3) pe ultima parte a impulsului descrescător al semnalului triunghiular, obținîndu-se la ieșire o tensiune continuă proporțională cu capacitatea de măsurat. Blocul amplificator (4) asigură amplificarea semnalului memorat și adaptarea de impedanță între adaptor și multimetrul care măsoară tensiunea de ieșire a adaptorului. Convertorul cc/cc servește pentru obținerea tensiunilor necesare alimentării diverselor circuite.

Funcționarea adaptorului descris mai sus poate fi urmărită și în legătură cu diagramele prezentate în fig. 3.

Memorarea are loc pe perioada $T - T_M$.

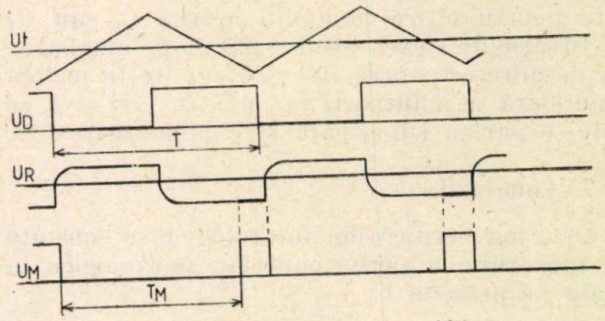



Fig. 3

## 3. Performanțe

Adaptorul capacimetric conectat la bornele unui multimetru pe scara de 200 mVcc permite măsurarea capacităților între 0 și 2 μF. Intervalul de măsurare este împărțit în trei game : 0 ... 199,9 pF ; 0 ... 19,99 nF ; 0 ... 1,999 μF.

Adaptorul este prevăzut cu un potențiometru pentru reglarea zeroului înaintea începerii măsurărilor. Alimentarea se realizează de la o sursă de 9 Vcc ± 15% printr-o mufă jack 3,5 mm, curentul maxim absorbit fiind de 10 mA. Exactitatea de măsurare este de ± 2,5% cu o derivă termică de ± 0,5/10°C din exactitatea de măsurare. Rezistența de intrare a multimetrului folosit pentru măsurarea tensiunii de ieșire a adaptorului trebuie să fie mai mare de 1 MΩ, iar distanța dintre bornele de intrare trebuie să fie de 19,05 mm (3/4 in). Intervalul temperaturilor de lucru este 0 ... 40°C. Dimensiunile de gabarit inclusiv dispozitivele de conectare la multimetru și a capacității de intrare sînt : 125 × 70 × 26.

## 4. Rezultate experimentale, concluzii

Metoda de măsurare a capacităților prezentată în lucrare are avantajul simplității folosind performanțele componentelor electronice existente.

Cu adaptoarele realizate după principiul prezentat în lucrare folosind amplificatoare operaționale și circuite integrate CMOS s-au obținut performanțe mult acoperitoare față de parametri propuși.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Nicolau Edmond* : Manualul inginerului electronist. Măsurări electronice, Ed. Tehnică, București, 1979
[2] NTM 4—57—83 — Verificarea metrologică a capacimetrelor
[3] *Profos P.* : Grundlagen der Messtechnik Vulkan-Verlag Essen 1988
[4] *Bajeu, G. Stanciu Gh.* : Generatoare de semnale sinusoidale, Ed. Tehnică, București, 1979.

# Sarcini active programabile

SORIN GRIGORESCU și COSTIN CEPIȘCA*

**REZUMAT**

Sînt descrise circuite electronice cu comportare de sarcini rezistive de mică putere, comandate electronic, cu utilizare în testarea surselor de alimentare în regim dinamic.

**Abstract**

Some electronic circuits acting as low-power electronically controlled resistive loads are described, with applications in dynamic testing of supply sources.

**Résumé**

On présente des circuits electroniques ayant un comportement de charge non-réactive de basse puissance qui peuvent être utilisé pour tester en régime dynamique les sources d'alimentation.

## 1. Introducere

Testarea în regim dinamic a surselor de alimentare de curent continuu necesită folosirea unor sarcini rezistive de putere, comandate electronic.

Lucrarea propune sarcini electronice rezistive de mică putere cu aplicații atît în curent continuu cît și în curent alternativ.

## 2. Principiul de funcționare al sarcinii active rezistive

Pentru a realiza o sarcină activă rezistivă se poate porni de la următoarea schemă de principiu (fig. 1).

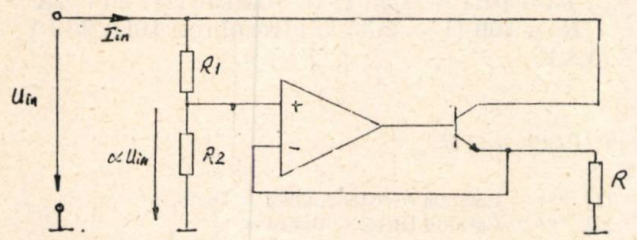



Fig. 1

Rezistența echivalentă a sarcinii este (dacă se neglijează $R_1 + R_2$) :

$$R_S = \frac{U_{in}}{I_{in}} \approx \frac{U_{in}}{\frac{\alpha\, U_{in}}{R}} = R \cdot \frac{1}{\alpha} \qquad (1)$$

unde :

$\alpha$ factorul de divizare al divizorului rezistiv $R_1, R_2$

Prin înlocuirea divizorului rezistiv $R_1, R_2$ cu un convertor numeric analogic de tip multiplicator se obține următoarea schemă bloc (fig. 2).

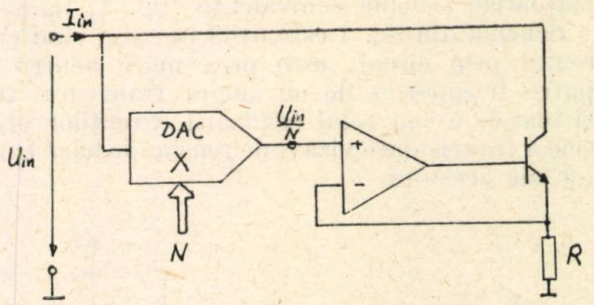



Fig. 2

Rezistența echivalentă a sarcinii în acest caz :

$$R_S = \frac{U_{in}}{I_{in}} = \frac{U_{in}}{\frac{U_{in}}{NR}} = NR \qquad (2)$$

Într-un mod similar se dezvoltă o sarcină rezistivă pentru curent alternativ (fig. 3)

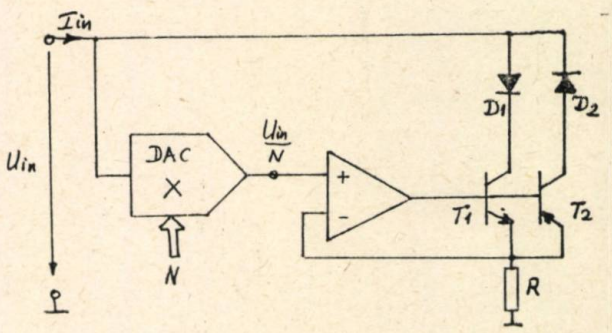



Fig. 3

În acest caz semialternanța pozitivă a curentului $I_{in}$ va străbate circuitul $D_1, T_1, R$ iar cea negativă circuitul $D_2, T_2, R$ în final obținîn-

* Institutul Politehnic București

du-se pentru valoarea rezistenței aceeași formulă :

$$R_S = \frac{U_{in}}{I_{in}} = \frac{U_{in}}{\frac{U_{in}}{NR}} = NR \qquad (3)$$

Există limitări în ceea ce privește tensiunea minimă ce poate fi aplicată circuitului datorat tensiunii de deschidere a tranzistoarelor și diodelor.

Experimental au fost obținute erori mai mici de 2,5% pentru $U_{in} \geqslant 5V$.

Pentru extinderea intervalului de lucru în curent sau în tensiune a sarcinilor de acest tip se pot folosi în locul tranzistoarelor simple următoarele scheme echivalente (fig. 4, fig. 5).

Schema din fig. 4 este utilă în cazul cînd curentul prin circuit este prea mare pentru a putea fi suportat de un singur tranzistor, rezistoarele avînd rolul egalizării curenților prin cele $n$ tranzistoare vizavi de tensiunile bază emitor ale acestora.

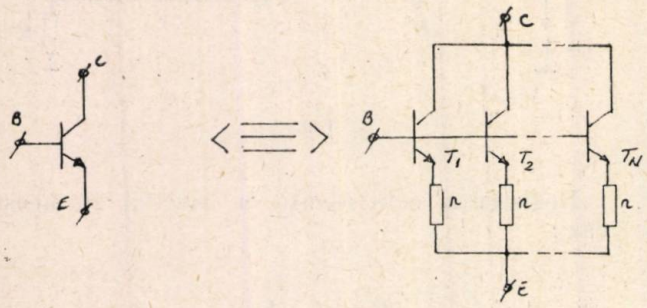



Fig. 4

Figura 5 arată ce se poate face pentru ca tensiunea menținută de sarcină să fie mai mare decît cea pentru un singur tranzistor. Diodele Zenner au rolul de a echilibra tensiunile și de a distribui comanda la tranzistoarele înseriate.

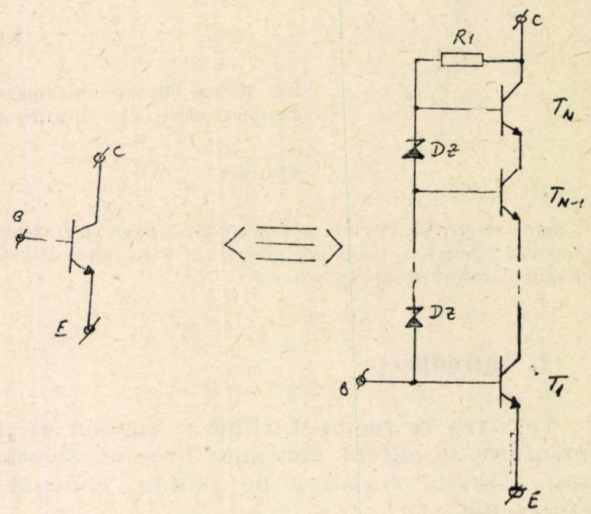



Fig. 5

## 3. Concluzii

Au fost realizate sarcini active de curent continuu și alternativ cu următoarele caracteristici :

$R_S \in 1\Omega$ — 25,5Ω (rezoluție 0,1Ω) 30 V/10 A.

$R_S \in 10\Omega$ — 2,55 Ω (rezoluție 1Ω) 50V/4A

$R_S \in 100\ \Omega$ — 2,55 kΩ (rezoluție 10Ω) 200 V/ /0,8A

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *** — Colecția revistei Analog — Dialogue
[2] *** — Catalog IPRS — Băneasa

# Adaptor pentru măsurarea temperaturii aerului

ANCA TEȘU *

REZUMAT

Dispozitivul este un accesoriu pentru măsurare care transformă orice multimetru digital într-un termometru. Este folosit un sensor de temperatură cu joncțiune semiconductoare $p - n$. Intervalul de măsurare este — 50°C ... + 150°C. Precizia de bază este + 0,5 °C de la 0 la 100°C. Dispozitivul folosește două baterii standard de 3 V cu posibilitatea de control a tensiunii bateriei, cu ajutorul multimetrului digital exterior.

Abstract

The unit is a measurement accessory that convers any digital multimeter into a thermometer. It uses a $p - n$ junction temperature sensor. It has a range of —50°C to + + 150°C. Basic accuracy is + 0,5 °C from 0 to 100°C. The unit uses 2 standard 3 V batteries, with a built in battery check feature using the external DMM.

Résumé

Le dispositif présenté est un accesoire pour mesurer qui est capable de convertor chaque multimètre digital en un thermomètre. On emploi un transducteur à jonction $p - n$. L'intervalle de mesure est — 50°C ... + 150 °C. La précision de base est + 0,5 °C de 0 à 100°C. Le dispositif utilise deux éléments standard de 3 V et il est possible de contrôler la tension des éléments en utilisant le multimetre exterieur.

## 1. Introducere

Temperatura este printre cele mai uzuale și importante mărimi fizice care trebuie să fie măsurate. Prima considerație care susține această afirmație este legătura intimă ce există între procese și temperatură, de la nivel molecular pînă la sisteme complexe. Deci, apare în mod inevitabil, dezvoltarea deosebită a domeniului măsurării și, în unele procese, și a reglării temperaturii, cu toate verigile lui : senzor, prelucrarea informației furnizate de senzor, afișarea și, pentru sistemele în buclă închisă, reglarea. În acest context multe firme (SOLEX FLUKE & PHILIPS, SIEMENS, Newport, Electronique, Heweltt-Packard etc.) au ieșit pe piață cu aparate portabile sau staționare cu destinație precisă pentru măsurarea temperaturii unor anumite medii, pentru diferite intervale de temperatură, cu anumite precizii de măsurare, folosind diverși senzori de temperatură. Producătorii de multimetre propun pentru produsele lor adaptoare externe care să permită transformarea informației primare de temperatură în tensiune continuă ce poate fi măsurată direct cu multimetrul. Adaptorul de temperatură prezentat în lucrare are drept senzor unul de tip semiconductor. Funcționarea unui astfel de senzor se bazează pe sensibilitatea cu temperatura a dispozitivelor semiconductoare. Din literatura de specialitate (1), (2), (3) se cunosc trei tipuri de senzori : senzori rezistivi din Si (de ex. tip KTY 81—1 PHILIPS), senzori ce-și bazează funcționarea pe modificarea proprietăților joncțiunii semiconductoare cu temperatura (diode, tranzistoare), senzori de tip integrat (tip AD 590 Analog Devices sau LM 135 National Semiconductor).

Cea mai utilizată metodă pentru măsurarea temperaturii ce folosește ca element termosensibil joncțiunea semiconductoare, utilizează variația tensiunii directe a joncțiunii cu temperatura, variație aproximativ de —2,21 mV/°C pentru un curent constant (de aproximativ 100 μA pentru dioda 1 N 4148). Pentru o anumită polarizare a diodei sau a tranzistorului (o valoare a curentului și a tensiunii bază-emitor $U_{BE}$) se observă o dispersie relativ mare față de valoarea de —2,21 mV/°C. Atît această dispersie cît și imposibilitatea găsirii în cataloage a caracteristicilor în scopul interschimbării senzorului (în cazul defectării), constituie dezavantaje în utilizarea variației tensiunii bază-emitor funcție de temperatură.

Adaptorul termometric cu semiconductor este practic un convertor temperatură—tensiune ce folosește drept senzor un tranzistor bipolar. Este proiectat să asigure o citire directă a temperaturii în °C a mediului în care este introdus senzorul atunci cînd este conectat la un multimetru digital cu impedanță mare de intrare ($\geqslant 10$ mΩ) și are o rezoluție mai bună de 1 mVcc, pe scara de 200 mVcc.

## 2. Funcțiuni, destinație, domenii de utilizare

Este destinat să măsoare temperatura gazelor, lichidelor și chiar a solidelor (cu condiția ca să fie posibilă pătrunderea sondei de măsurare în interiorul acestora).

Ținînd seama de proprietățile pe care le are adaptorul de temperatură cu semiconductor are numeroase aplicații în industrie, agricultură, știință, învățămînt etc.

* ICPE — Filiala Iași

### 3. Caracteristici tehnice

Principalele caracteristici tehnice propuse pentru modulul de temperatură cu joncțiunea semiconductoare sînt următoarele :

— intervalul de măsurare : $-50 \ldots 150°C$
— ieșire : în tensiune cu factor de scară : 1 mV/°C
— erori de măsurare : $\pm 0{,}5$ °C pentru 0 ... $\ldots + 100°C$
$\pm 1{,}5°C$ pentru $-50$ . $\ldots + 150°C$
— constanta de timp : timpul necesar pentru ca temperatura afișată să atingă 63,2% din valoarea diferenței inițiale de temperatură de 100°C : $\leqslant 100$ s
— intervalul temperaturilor de utilizare : 0 ... 40°C
— impedanța de intrare a multimetrului digital : $\leqslant 10$ MΩ
— consum : $\leqslant 10$ mA
— alimentare : 3 V (2 baterii R6)
— test pentru verificarea descărcării bateriilor.

Principiul de măsurare care stă la baza realizării acestui adaptor de temperatură cu joncțiune semiconductoare constă în injectarea a doi curenți diferiți în colectorul unui tranzistor bipolar obișnuit și măsurarea diferenței tensiunilor $U_{BE}$, notată $\Delta U_{BE}$, diferență care se demonstrează că este proporțională cu temperatura absolută $T$.

$$U_{BE} = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_{C1}}{I_{C2}}$$

$T$ temperatura absolută în $K$
$q$ sarcina electronului
$K$ constanta lui Boltzmann $K = 1{,}381 \cdot 10^{-23}\ j \cdot K^{-1}$
$I_{C1}$, $I_{C2}$ curenții injectați în colector.

Schema bloc a convertorului temperatură-tensiune este prezentată în fig. 1.

Polarizarea tranzistorului bipolar se face astfel încît fenomenul de autoîncălzire să nu contribuie la eroarea de măsurare.

Raportul celor doi curenți de colector $I_{C1}$, $I_{C2}$ se fixează din rezistențele $R_1$, respectiv $R_2$, independent de valoarea tensiunii de alimentare $+ E_C$.

La ieșirea amplificatorului operațional ce intră în componența detectorului sincron se obține un semnal dreptunghiular suprapus peste un nivel continuu.

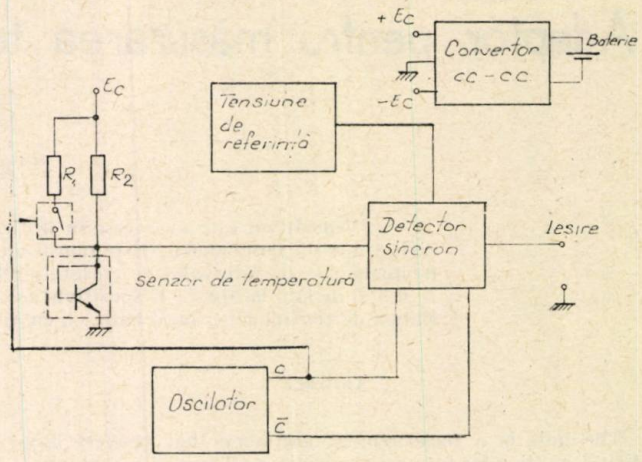



Fig. 1

Valoarea vîrf la vîrf a semnalului dreptunghiular este egală cu $\Delta U_{BE}$ amplificată de un număr de ori ales convenabil.

Referința de tensiune se utilizează pentru a calibra ieșirea în °C.

Alimentarea convertorului se face de la 2 baterii R6 prin intermediul unui convertor c.c. — c.c. de randament ridicat.

### 4. Considerații tehnice privind posibilitățile de realizare

Deoarece drept senzor de temperatură s-a folosit un tranzistor bipolar, intervalul de măsurare al temperaturii nu poate fi prea mare. Practic, intervalul $-50 \ldots + 150°C$ este un interval limită, ținînd cont că intervalul cel mai larg al temperaturii de stocare pentru tranzistoarele de producție românească este $-55$ .. $\ldots + 200°C$, intervalul temperaturilor de funcționare nefiind specificat în cataloagele autohtone.

### 5. Concluzii

Metoda și aparatul prezentate permit măsurarea temperaturii aerului în intervalul $-50$ . $\ldots + 150°C$ folosind drept senzor joncțiunea $p$—$n$. Prin cuplarea la orice multimetru digital (impedanța de intrare $\geqslant 10$ MΩ) pe scara de 200 mVcc se afișează direct temperatura în °C.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] Transducer Interfacing Handbook, Analog Devices.
[2] Utilizarea joncțiunilor semiconductoare ca traductoare de temperatură criogene Fiz. *T. Petrișor* — Metrologia aplicată, vol. XXXVI, 1986, nr. 1.
[3] Silicon Temperature Sensors. Foaie catalog iulie 1988 PHILIPS.

# Substanţe etalon pentru calorimetrie realizate în cadrul INMB şi repere ale dezvoltării activităţii laboratorului în viitor, în corelare cu evoluţia economică

MIRCEA SCOCIOREANU şi
ELENA CALOTĂ*

**REZUMAT**

Se prezintă cîteva etaloane pentru calorimetrie în stare gazoasă sau solidă produse de către I.N.M.B. şi folosite pentru verificarea şi etalonarea mijloacelor de măsurare din domeniul calorimetriei. Acestea sînt : acid benzoic în stare solidă, folosit ca etalon secundar pentru bombele calorimetrice, un combustibil artificial în stare solidă folosit ca etalon de lucru pentru mijloacele de măsurare radiometrice pentru puterea calorifică şi metanul standard în stare gazoasă; ca etalon de lucru, calorimetrele cu gaz. Sînt făcute, de asemenea, utile consideraţii asupra tendinţelor în ştiinţă şi economie, în general, şi în calorimetrie, în special.

**Abstract**

The paper presents some gaseous and solid samples produced at I.N.M.B. wich are used as standards for calibration of apparata in calorimetry. These samples are : benzoic acid in solid state used as a secondary standard for bomb calorimeters ; an artificial fuel in solid state used as a working standarad for radiometric measurement of the calorific power : standard methane in gaseous state used as a working standard for gas calorimeters. Some consideration on the present scientific and economic trends in measurement, with a special emphasis on calorimetry, may also be found.

**Résumé**

On présente quelques étalons à l'état gazeux ou solide pour la calorimétric produit par I.N.M.B. et utilisés pour étalonner les moyens de mesure. Ces sont : l'âcide benzoique à l'état solide, utilisé comme étalon secondaire pour les bombes calorimétriques, un combustible artificiel à l'état solide utilisé comme étalon de travail pour les moyens de mesure radiométriques pour la puissance calorifique et le méthane standard à l'état gazeux utilisé comme étalon de travail pour les calorimètres à gaz. On fait aussi quelques remarques sur les tendances scientifiques et economiques dans la métrologie en général et particulièrement dans la calorimetrie.

Pe parcursul a circa 10 ani de existenţă, în activitatea colectivului Calorimetrie al INMB se pot evidenţia convenţionat două perioade distincte : o primă perioadă, în care, datorită unor circumstanţe nefavorabile, au existat preocupări în vederea realizării unor mijloace de măsurare pentru propriile utilizări şi a doua perioadă, în care au fost abordate o serie de lucrări de cercetare, atît în regie proprie, cît şi prin contracte cu unităţi colaboratoare, în vederea realizării etaloanelor pentru calorimetrie.

Trebuie totuşi remarcat faptul că, în această a doua etapă, colectivul a beneficiat de o situaţie conjuncturală, la crearea căreia nu-şi poate declina „complicitatea" : începînd cu anul 1985 a început producţia în serie a calorimetrelor adiabatice la IAUC — Bucureşti, care a fost sprijinită de la început, inclusiv în vederea modernizării produsului pe bază de contract de colaborare ; tot din 1985 a început fabricaţia de instalaţii radiometrice pentru măsurarea puterii calorifice, de către IFIN Măgurele, cu care s-a colaborat prin contract, în calitate de terţi II ; din 1987 a început fabricaţia de calorimetre cu indicaţie continuă pentru puterea calorifică a combustibililor gazoşi, la IAUC, Bucureşti, în baza unui contract de cercetare la care s-a participat în calitate de responsabili coordonatori.

Toate acestea, la care trebuie adăugate un număr însemnat de calorimetre din import pentru măsurarea puterii calorifice a combustibililor solizi, lichizi şi gazoşi existente în diferite laboratoare din întreprinderi din ţară, au făcut să fie necesară realizarea substanţelor etalon pentru calorimetrie, elaborarea standardelor de ramură pentru acestea, cît şi elaborarea NTM-urilor privind verificarea şi etalonarea aparaturii existente.

Probleme deosebite, în ceea ce priveşte realizarea etaloanelor, au constituit cele legate de atestarea substanţelor etalon pentru putere calorifică în stare solidă, pentru rezolvarea cărora a fost elaborată o metodologie nouă de etalonare a calorimetrelor cu umbră.

Se prezintă mai jos, pe scurt, caracteristicile tehnice şi metodologiile de realizare şi atestare ale substanţelor etalon realizate în cadrul laboratorului Calorimetrie al INMB.

## Substanţe etalon în stare solidă pentru putere calorifică

Aceste etaloane sînt utilizate la etalonarea şi verificarea calorimetrelor pentru măsurarea puterii calorifice a combustibililor solizi şi lichizi puţin volatili.

Realizarea şi atestarea lor se face pe loturi de circa 800 pastile.

* Institutul Naţional de Metrologie

Incertitudinea de etalonare pentru $n =$ = min. 30 și $p = 0{,}90$ este $\pm$ 100 J/g.

Se utilizează pentru atestarea lor un grup de calorimetre etalon, etalonate cu o eroare pătratică de max. $\pm$ 0,1% prin metoda termoelectrică.

Metodologia de atestare este reglementată prin STR 4571—90, elaborată în cadrul laboratorului.

Atît atestarea substanțelor etalon, cît și etalonarea calorimetrelor, operații deosebit de laborioase, care fără tehnică de calcul durează circa 3 luni, ar putea fi executate pe baza unui program de calcul, într-un timp de cel puțin 4 ori mai scurt. Însă, în momentul de față, nu există în dotare nici calculator, nici cîteva aparate auxiliare necesare etalonării calorimetrelor.

**Etaloane de lucru în stare solidă (combustibil artificial nisip + grafit) pentru putere calorifică**

Aceste etaloane sînt utilizate la verificarea metrologică a instalațiilor radiometrice pentru măsurarea puterii calorifice a combustibililor solizi.

Etaloanele sînt realizate din grafit și nisip cu granulație de max. 2 mm, în seturi cuprinzînd 5 valori ale conținutului de steril (cenușă) în intervalul 10 ... 50%.

Eroarea medie pătratică a rezultatelor obținute pentru 6 probe prelevate din fiecare cutie trebuie să fie mai mică de $\pm$ 1%.

Metodologia de realizare este reglementată prin STR 4565—90.

Atestarea se face prin etalonare conform metodologiei prevăzute în STAS 5265—76 și STAS 5269-82.

În ceea ce privește atestarea sînt o serie de dificultăți legate de faptul că nu avem în dotare un cuptor corespunzător, motiv pentru care trebuie să apelăm la colaboratori.

**Substanțe etalon pentru putere calorifică în stare gazoasă**

Etaloanele sînt utilizate la verificarea, calibrarea și etalonarea calorimetrelor pentru determinarea puterii calorifice a combustibililor gazoși în intervalul 15 ... 34 MJ/m$^3$ (3500 ... ... 8050 kcal/m$^3$).

Etaloanele se realizează și se conservă în recipienți metalici, avînd capacitatea de 10 l.

Ele se realizează din metan în amestec cu azot prin metoda presiunilor parțiale.

Atestarea se face prin etalonare conform metodologiei prevăzute în STAS 12001-81 și STAS 3361/2-87, cu precizia de $\pm$ 3%.

Metodologia de realizare este reglementată prin STR 4570-90.

În ceea ce privește atestarea lor sînt o serie de dificultăți, dintre care principala constă în aceea că nu există în dotare un cromatograf, motiv pentru care trebuie să se apeleze la colaboratori.

Este evident că dificultățile întîmpinate și care reduc posibilitățile de valorificare sau extindere a cercetărilor, sînt datorate unor condiții materiale defavorabile cu care se confruntă colectivul încă de la începutul activității sale.

Realizările care se puteau obține în cazul unor condiții materiale corespunzătoare probabil erau mai profitabile atît științific cît și economic : efectuarea de etalonări asistate de calculator, conducerea întregului proces de fabricare și atestare a etaloanelor în stare solidă (acid benzoic) pe baza unui program de calcul adecvat și cu o tehnică de calcul adaptată aparatelor etalon și auxiliare ce configurează în ansamblul de măsurare, abordarea metodei arderii izoter-izocore de atestare a etaloanelor în stare gazoasă și evaluarea performanțelor ce le oferă în raport cu metoda cromatografică, trecerea la producția de serie a etalonului secundar în stare solidă pentru calorimetrie (acid benzoic) a cărei metodologie a fost deja elaborată.

După cum rezultă din enumerările de mai sus, cel puțin în aparență, nerealizările par mai interesante decît realizările. Doar în aparență este exact. Nu pentru că nu sînt mai interesante, ci pentru că nu sînt nerealizări integrale. Mai degrabă s-ar putea numi neîmpliniri. Lucrările au fost definitivate sau aduse în fază finală cu un consum de timp și cu un efort imens în lipsa tehnicii de calcul, cu un consum mare din timpul unor colaboratori care, dezinteresat ne-au ajutat la elaborarea unor programe de calcul la rularea acestora pe calculatorul lor și la realizarea unuia din subansamblurile importante ale instalației etalon.

În momentul de față se pot transforma ușor nerealizările în realizări imediate : nu trebuie decît să ne completăm dotarea cu cîteva aparate de precizie, dar care trebuie procurate din import și nu numai atît, pentru aceasta trebuie o sumă de bani, dar nu în lei, pe care în prezent nu se știe cine și cînd ne-o va oferi. Cu aceasta se pare că s-a atins granița dintre metrologie și politică. Ori scopul și rostul specialiștilor din domeniul calorimetiei nu este să treacă această graniță și nici măcar să se ocupe de politica metrologică.

Revenind la problemele calorimetriei, în ceea ce privește perspectiva activității așa cum se vede în acest moment, considerînd corelația cu principalele sectoare economice beneficiare ale activității : energetica, cel minier, siderurgia și metalurgia, construcții și materiale de construcții, apreciem că ar trebui orientată activitatea către producerea și atestarea de substanțe și materiale etalon pentru calorimetrie, către elaborarea și/sau perfecționarea unor metodologii de măsurare, verificare și etalonare, către asigurarea metrologică în domeniu, către elaborarea de acte normative.

Considerăm că activitatea de microproducție a colectivului Calorimetrie se poate restrînge treptat datorită a doi vectori divergenți: unul legat de posibila orientare a sectoarelor economice conexe către importul de aparate ce se realizează în prezent în cadrul colectivului, iar al doilea, legat de mai puțin probabila creștere a cotei bugetare în structura activității noastre (ca să nu spunem „improbabilă").

O latură importantă a activității care apreciem că trebuie privită cu atenție în viitor este colaborarea cu beneficiarii importanți sub forma acordării „asistenței tehnice extinse și în amonte". Avem în vedere prin această formulare prospectarea îndeaproape a intereselor principalilor beneficiari în vederea conseierii lor încă în fazele de precontractare a unor lucrări de cercetare sau de executare a unor mijloace de măsurare, inclusiv sau mai ales pentru terți, în vederea asigurării unor trasee optime viitoarelor colaborări și totodată în vederea obținerii unor rezultate finale așteptate, utile și profitabile.

În acest scop se cere redimensionarea competențelor specialiștilor noștri, care trebuie să pătrundă în profunzime specificul activităților beneficiarilor, pentru ca asistența tehnică continuată pînă în fazele de punere în funcțiune, exploatare și utilizare a informațiilor de măsurare să fie reciproc avantajoase atît tehnic cît și economic. Se menționează aspectul economic pentru că totul trebuie făcut contra cost.

Avem în acest sens o oarecare experiență. Am facilitat încheierea unui contract de cercetare în vederea realizării unui calorimetru automat pentru măsurarea puterii calorifice a combustibililor gazoși de către IAUC București pentru Ministerul Energiei Electrice, în valoare de 2 500 000 lei, pentru care am fost solicitați în calitate de coordonatori. Contractul a fost finalizat prin realizarea unei familii de astfel de calorimetre și care ulterior a prezentat interes și pentru C.S. Galați.

Acest contract ne-a determinat să elaborăm metodologia de realizare a substanțelor etalon pentru putere calorifică în stare gazoasă, etaloane care se produc în continuare și pentru alți beneficiari, motiv pentru care apreciem că încheierea acelui contract a fost profitabilă, atît imediat cît și în perspectiva activității noastre.

Credem totodată că la o analiză a perspectivelor și tendințelor în activitatea unui laborator de metrologie nu trebuie să precumpănească aspectul cantitativ, ci cel calitativ. Iar dacă laboratorul ce se are în vedere este al INMB, atunci acesta trebuie să vizeze în primul rînd precizia.

Pentru că, s-ar putea spune, parafrazînd o exprimare devenită celebră, a unui cunoscut om de litere: „Dacă precizie nu e, nimic nu e".

# Criostat pentru măsurări electrice şi optice în condiţii de vid înaintat

*BENEDICT POPESCU**

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă principiile constructive și modalitățile de realizare a unui model de criostat pentru măsurări electrice și/sau optice în condiții de vid înaintat (între $10^{-6}$ Torr și $10^{-5}$ Torr) și într-un interval de temperaturi cuprins între temperatura azotului lichid (196°C) și + 300°C, care a fost integrat într-o instalație complexă utilizată în cadrul unor cercetări științifice asupra fenomenelor de transport al purtătorilor fierbinți între probe semiconductoare amorfe.

**Abstract**

The paper presents the construction principle of the model of a cryostat for electric and/or optic measurements in high vacuum ($10^{-6}$ ... $10^{-5}$ Torr) between the temperature o liquid nitrogen (— 196 °C) and + 300 °C which has been included in a complex apparatus for scientific research of transport phenomene of hot carriers between amorphous semiconductor samples.

**Résumé**

L'article presente le principe constructif et les moyens d'accomplir un model de cryostat pour mesurages électriques et/ou optiques en vide élevé ($10^{-6}$ ...$10^{-5}$ Torr) dans l'intervalle de températures de — 196 °C (celle de l'azot liquide) à + 300°C, qui a été incorporé dans une installation complexe utilisée pour la recherche scientifique des phénomènes de transporte des porteurs chauds entre des echantillons semiconducteurs amorphes.

## 1. Introducere

Determinarea mărimilor fizice (termice, electrice, optice, magnetice etc.) în vederea caracterizării unor materiale sau a dispozitivelor bazate pe acestea presupune plasarea probelor într-o incintă în care parametrul fizic de măsurat să poată fi controlat într-un domeniu larg de valori și cu o precizie suficientă. Pentru o bună parte dintre aceste incinte principalul parametru este temperatura, aceasta trebuind

* Institutul de Cercetări pentru Componente Electronice București.

să fie controlată într-un interval de la cîteva sute de grade Celsius în jos pînă la temperatura azotului lichid (+ 77 K) și chiar pînă la cea a heliului lichid (+ 4K). De aici denumirea larg acceptată de „criostate" pentru astfel de incinte.

Fără îndoială că orice criostat este conceput în așa fel încît să permită determinarea și a altor parametri fizici (electrici, optici, magnetici, precum și termo-electrici, termomagnetici, opto-electrici etc.). De asemenea, determinările pot fi făcute la presiunea atmosferică, la presiuni mai mari decît cea atmosferică sau în condiții de vid.

Scopul lucrării de față este de a descrie un criostat pentru măsurări electrice și optice în condiții de vid înaintat.

## 2. Factori care impun măsurări în condiții de vid înaintat

Proiectarea și realizarea criostatului descris în capitolul următor a pornit de la necesitatea caracterizării unor probe semiconductoare bazate pe straturi subțiri de siliciu amorf hidrogenat (a — Si : H). Rezistivitatea unor astfel de straturi se întinde pe aproximativ 10 ordine de mărime, fiind cuprinsă, în mod obișnuit, între $10^2\ \Omega\cdot$cm și $10^{12}\ \Omega\cdot$cm. Atunci cînd hidrogenarea a — Si : H este optimă, probele bazate pe astfel de straturi vor avea valori foarte mari ale rezistenței (de obicei între $10^6\ \Omega$ și $10^{12}\ \Omega$, ele depinzînd de rezistivitatea stratului de a — Si : H și de geometria probei). Așa cum s-a relatat în literatură [1 ··· 3], vaporii de apă și gazele din atmosferă ce pot fi absorbite la suprafața probelor creează stări de conducție suplimentare avînd ca efect o creștere a conductanței de suprafață care va șunta rezistența mare, caracteristică volumului probei. De aici rezultă că, dacă astfel de probe vor fi caracterizate în condiții atmosferice normale, rezultatele obținute vor fi eronate. S-a demonstrat [2, 3] că un tratament termic efectuat în vid înalt poate elimina aceste stări de conducție de suprafață, de unde rezultă că măsurările efectuate după un astfel de tratament termic vor fi corecte.

Dincolo de factorii analizați mai sus trebuie avut în vedere și faptul că, prin plasarea în vid înaintat a probei conducția termică dintre suportul acesteia și atmosferă va fi micșorat foarte mult, temperatura probei putînd fi astfel mai ușor de controlat pe întregul interval și mai ales la temperaturi mici (de la temperatura camerei pînă la cea a azotului lichid).

## 3. Principiile constructive și realizarea practică a criostatului

Criostatul este conceput pe principiul vasului Dewar, spațiul dintre peretele interior și cel exterior putînd fi vidat prin conectarea la o instalație de vid înaintat. Suportul probei este plasat în spațiul dintre cei doi pereți, fiind fixat de peretele interior. Temperaturile ridicate pot fi obținute printr-un contact termic al suportului probei cu un element rezistiv conectat la o sursă de tensiune. Temperaturile coborîte se pot obține prin contactul termic al suportului probei cu peretele interior (realizat sub forma unui rezervor în care se toarnă azot lichid). Temperatura probei poate fi controlată printr-un echilibru dinamic între sursa caldă (elementul rezistiv) și cea rece (rezervorul cu azot lichid).

În fig. 1 este reprezentat schematic (în secțiune transversală) criostatul realizat. Acesta se compune din 5 părți principale (primele patru realizate din alamă, iar cea de-a cincea din cupru): flanșa (I), corpul superior (II), corpul inferior (III), rezervorul de azot lichid (IV), respectiv suportul probei (V). În continuare vor fi analizate mai în detaliu cele 5 părți principale ale criostatului. Astfel, flanșa (I) are prevăzute 8 treceri (1) izolate din punct de vedere electric și etanșate pentru vid înalt cu

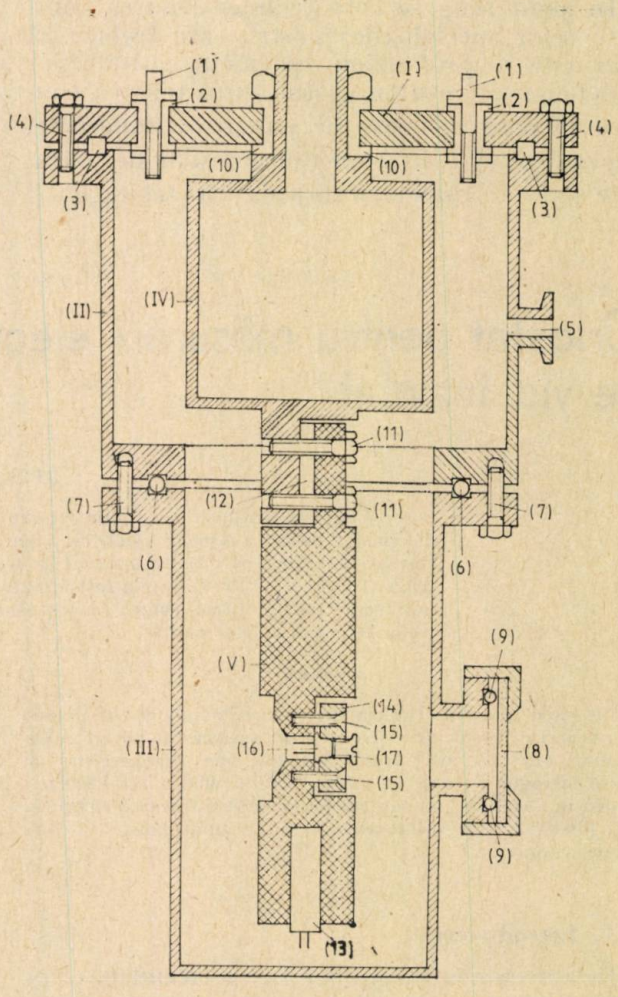



Fig. 1

garnituri (2) din teflon. Pentru realizarea garniturilor de etanșare a acestor treceri nu a fost folosit cauciucul, ci teflonul pentru că acesta din urmă prezintă mai multe avantaje : asigură o etanșare foarte bună pentru vid înalt, își păstrează proprietățile fizice și la temperaturi coborîte (deci și în cazul cînd flanșa se răcește la temperaturi de minus cîteva zeci de °C) și asigură o foarte bună izolare din punct de vedere electric (chiar și în cazul cînd între două treceri se aplică tensiuni de cîteva mii de volți). Corpul superior (II) este etanșat pentru vid înaintat față de flanșa (I) cu garnitura de teflon (3), strîngerea între cele două piese fiind făcută cu șuruburile (4). În partea laterală a corpului superior este practicat orificiul (5) pentru conectarea la instalația de vid înaintat. Corpul inferior (III) este etanșat pentru vid înaintat de corpul superior prin garnitura de cauciuc (6), strîngerea între cele două corpuri putîndu-se face cu șuruburile (7). În partea laterală a corpului inferior a fost prevăzută fereastra (8) care permite efectuarea unor măsurări optice. Cînd fereastra (8) este confecționată dintr-un material transparent (sticlă, cuarț etc.) pot fi efectuate măsurări în lumină albă sau monocromatică. Dacă în locul ferestrei transparente se montează una opacă (confecționată din alamă sau dural, de exemplu) pot fi efectuate măsurări în întuneric. Etanșarea pentru vid înalt între fereastra (8) și corpul (III) este făcută cu garnitura din cauciuc (9). Rezervorul cu azot lichid (IV) nu a fost îmbinat prin sudură cu flanșa (I), ci prin garnitura de teflon (10). Aceasta asigură atît o foarte bună etanșare pentru vid înaintat, cît și o izolare termică între rezervorul de azot lichid și flanșă, împiedicînd răcirea excesivă a acesteia din urmă. Suportul probei (V) este îmbinat cu corpul rezervorului de azot lichid prin șuruburile de prindere (11). Schimbul de căldură între suportul probei și rezervorul de azot lichid poate fi micșorat cu ajutorul supapei termice (12) din teflon sau mărit prin creșterea numărului de șuruburi (11). Este ușor de înțeles că, reglînd acest schimb de clădură, se reglează de fapt timpul în care suportul probei ajunge la temperatura azotului lichid (din momentul cînd rezervorul a fost umplut cu azot lichid). Creșterea temperaturii probei de la temperatura azotului lichid pînă la cea a camerei se obține încălzind ușor patronul încălzitor (13) prin conectarea acestuia la o sursă de tensiune variabilă. Temperaturi mai mari decît cea a camerei se pot obține crescînd în continuare tensiunea de alimentare a patronului încălzitor. În acest mod temperatura suportului (V) poate fi controlată între temperatura azotului lichid (—196 °C) și aproximativ 300°C. A fost lăsată la urmă prezentarea monturii probei, care va fi descrisă pe reprezentarea detaliată din fig. 2. Astfel, în dreptul ferestrei (8); suportul probei a fost secționat pînă la jumătate din grosime (vezi figura 2). In locul materialului îndepărtat prin secționare a fost montată placa de cupru (14) prinsă cu șuruburile (15) de suportul probei. Proba (16) a fost montată pe o capsulă specială (TO 5, TO 39, TO 99, TO 100 sau TO 101) a cărei ambază (realizată din oxid de beriliu) asigură un contact termic foarte bun între probă și suportul acesteia. Proba a fost montată pe ambază prin lipire cu pastă de argint. Legăturile electrice între contactele probei și terminalele capsulei au fost făcute cu fir de Au sau de Al prin termocompresie sau ultrasonic. Pentru a permite un contact direct între suprafața probei și atmosfera din interiorul criostatului, în capacul capsulei a fost practicat un orificiu cu diametrul de 1 mm, după care capacul a fost sudat de ambază. Proba astfel pregătită a fost strînsă cu șuruburile (15) între suportul probei și placa de Cu (14), după ce în acestea din urmă au fost date găuri potrivite de îmbinare cu capsula (așa cum reiese din figură). În cazul cînd sînt necesare măsurări în condiții de întuneric se montează suplimentar șurubul de Cu (17), îmbunătățindu-se astfel contactul termic dintre capsulă și suportul probei.

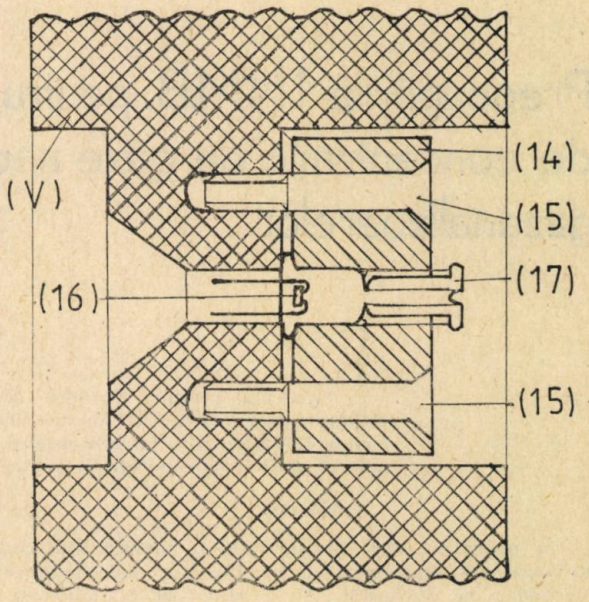



Fig. 2

Criostatul descris mai sus permite efectuarea unor măsurări electrice și/sau optice în condiții de vid înaintat (între $10^{-6}$ Torr și $10^{-5}$ Torr) și într-un interval de temperaturi acoperind 500°C. Temperatura poate fi controlată cu ajutorul unui termocuplu cupru-constantan, a cărui joncțiune este pusă în contact fizic cu capsula în care este montată proba (din păcate secțiunile transversale din figurile 1 și 2 nu au permis să fie reprezentat și termocuplul). De precizat că alimentarea cu tensiune a patronului încălzitor poate fi făcută automat folosind termocuplul ca senzor. Astfel, temperatura probei poate fi controlată foarte precis și, în plus, prin

automatizare se poate obține termostatarea probei. De asemenea, s-a precizat la început că flanșa (I) are prevăzute 8 treceri. Dacă 2 dintre acestea sînt folosite pentru alimentarea patronului încălzitor și încă 2 pentru termocuplu, înseamnă că rămîn disponibile 4 treceri pentru contactarea probei. Dacă există cazuri cînd contactarea probei necesită mai mult de 4 treceri, se sugerează că poate fi folosit un contact comun de masă — și acesta să fie flanșa (I) — putîndu-se astfel extinde numărul trecerilor disponibile de la 4 la 6.

Criostatul descris în această lucrare face parte integrantă dintr-o instalație concepută și realizată de autor pentru studiul fenomenelor de transport al purtătorilor fierbinți în probe semiconductoare bazate pe straturi subțiri de a — Si : H. Alte părți componente ale acestei instalații au fost descrise în lucrări publicate anterior [4 : 5].

## 4. Concluzii

Criostatul descris în lucrare permite efectuarea unor măsurări electrice și/sau optice în condiții de vid înaintat (între $10^{-6}$ Torr și $10^{-5}$ Torr) și într-un domeniu de temperatură cuprins între temperatura azotului lichid (−196°C) și + 300°C. Autorul a folosit cu succes acest criostat integrîndu-l într-o instalație mai complexă cu care s-au efectuat unele cercetări asupra fenomenelor de transport al purtătorilor fierbinți în probe semiconductoare amorfe.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Mailhiot, C. Currie, J. F. Sapieha, S. Wertheimer M. R.* and *Yelon, A. Non* : J. Cryst. Solids, 358&33 (1980) 207.
[2] *Guha, S. K. L. Narasimhan, R. V. Navkandewala* and *S. Pietruszko* ; Appl. Phys. Lett., *37*, 6 (1980), 572.
[3] *Bapat, D. R. Bhattacharya, E. Guha S.* and *Krishna K. V.* ; Thin Solid Films, *99* (1983), 339.
[4] *Popescu, B.* Studii și Cercetări de Fizică, *34*, 4 (1982), 428.
[5] *Popescu, B.* E. E. A.—Automatica și Electronia 31, 1, (1987) 33.

# Preocupările I.N.M.B. pentru diversificarea gamei de etaloane de concentrație de gaze necesare asigurării metrologice a gazanalizoarelor

*PETRE KÖNIG-GEORGESCU* și *NICOLAE IONIȚA**

**REZUMAT**

Articolul prezintă metodele de preparare și certificare a amestecurilor de gaze etalon produse la I.N.M.B. Acestea sînt oferite la vînzare pe piața internă și sînt, de asemenea, folosite pentru interese proprii. Se descriu preocupările legate de compoziția chimică și nivelele de concentrație pentru diferite amestecuri de gaze etalon.

**Abstract**

The paper describes the methods to prepare and certify standard gas-mixtures used by the National Institute of Metrology in Bucharest. These standard gas-mixtures are used within the institute and also offered for sale on the domestic market. The preoccupation concerning the composition and the concentration levels of a whole group of standard gas-mixtures is also pointed out.

**Résumé**

L'article présente les méthodes de preparation et de certification pour les mixtures de gaz étalons produites par l'Institute National de Métrologie de Bucharest et mises en vente pour le marché intérieur ou utilisées pour ses applications spécifiques. On decrit les preocupateurs concernant la composition chimique et les niveaux de la concentration pour une variété de mixtures de gazes étalon

## 1. Introducere

Trasabilitatea la etaloanele naționale sau internaționale, în domeniul analizei gazelor, a devenit deosebit de importantă în urmărirea proceselor industriale, mai ales pentru salvgardarea mediului înconjurător. Tot mai multe țări inițiază programe pentru asigurarea rezervei de precizie a etaloanelor de concentrație de gaze preparate. Astfel de activități sînt stimultate de comisii tehnice ale unor organisme internaționale cum este ISO prin standardele elaborate de acestea.

Dacă măsurările trebuie să ducă la rezultate compatibile pe plan internațional este esențial faptul că normativele ISO să fie interpretate în manieră uniformă de către toți factorii interesați. Cooperarea internațională între laboratoarele specializate trebuie să stabilească metodologia de acceptare a mostrelor de materiale certificate, o participare im-

* Institutul Național de Metrologie

portantă revenind în cadrul Comunității Economice Europene, Biroului de Standarde.

România în actuala perspectivă de trecere la economica de piață și integrare în sistemul european întîmpină greutăți serioase, parțial din dificultățile de acumulare a informațiilor și, parțial, din marile diferențe la aparatura și metodele de măsurare.

Sistemul complex de evaluare a rezultatelor măsurărilor implică interacțiuni între experimentatori, metode de măsurare, sistemul de unități de măsură și tehnica de preparare a datelor. Metoda de măsurare antrenează o succesiune de operații mai mult sau mai puțin complicate, finalizată cu un rezultat numeric și printr-o estimare a incertitudinii de măsurare.

Lanțul de măsurare a concentrației gazelor/vaporilor pornește invariabil de la etaloane („materiale de referință") [1] după o schemă destul de simplă, avînd în vedere dificultatea producerii și certificării cu precizie corespunzătoare a etaloanelor de concentrație de gaze. Această schemă primară corespunde schemei de ierarhizare a mijloacelor de măsurare a concentrației gazelor, propusă de INMB în cadrul unei lucrări anterioare [2].

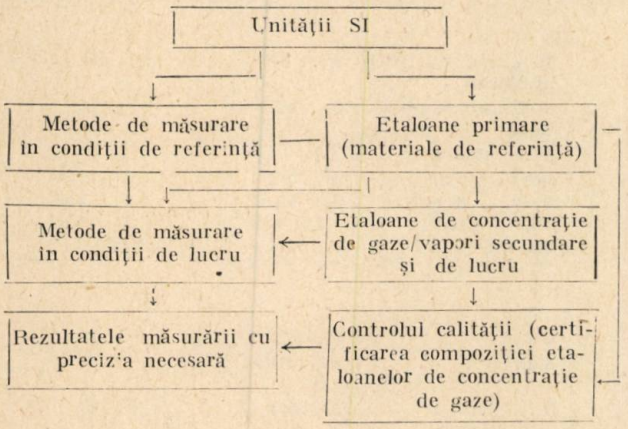



Fig. 1 Schema unui sistem de măsurare a concentrației gazelor/vaporilor

Măsurările efectuate frecvent astăzi mai ales în domeniul poluării mediului, apelează la echipament sofisticat capabil să producă rezultate foarte prelucrate, dar nu întotdeauna suficient de precise. Această situație se datorește, desigur, dificultății de a evita erorile sistematice în domeniul gazanalitic, în primul rînd datorită multitudinii de metode de preparare a etaloanelor dintre care trebuie selectate cu multă grijă cele ce pot asigura precizia necesară, majoritatea fiind recomandate numai pentru prepararea etaloanelor de lucru.

## 2. Criteriile de selecție pentru metode de preparare a etaloanelor de concentrație de gaze

Proprietățile fizico-chimice ale gazelor/vaporilor și necesitățile de asigurare a protecției muncii în laboratoarele specializate reduce numărul tehnicilor adecvate preparării amestecurilor de gaze.

Temperatura, presiunea, compoziția chimică și peretele recipientului de depozitare au un efect important asupra stabilității amestecurilor de gaze, în special asupra celor cu microconcentrații ale constituentului de interes [3 ; 4].

Tabelul prezintă metodele de preparare clasificate după principiul de dozare) masic, manometric etc) și după modalitatea de generare (statică sau dinamică), precizîndu-se acele metode pentru care există sau sînt în pregătire normative ISO.

**Metode de prepararea a etaloanelor de concentrație de gaze/ vapori**

*Tabelul 1*

| Principiul de dozare | Metode de generare dinamică | Metode de preparare statice |
|---|---|---|
| Masic | IS 7395-84 (dinamice-masice<br>ISO 6349-79 (permeație) | ISO 6142-81 (gravimetrice) |
| Volumetric | ISO 6145/1-86 (pompe volumetrice)<br>ISO 6145/3-86 (injectări periodice<br>ISO 6145/4-86(injectare continuă<br>ISO 6145/6-86 (orificii sonice) | ISO 6143-81<br>ISO 6143-81<br>ISO 6144.81(metode volumetrice statice) |
| Manometric | — | ISO 6146-79 (manometrice) |
| Diverse | ISO 6147-79 (saturație)<br>— generare electrolitică ;<br>— reacție chimică ;<br>— difuzie ;<br>— capilare. | la presiune normală :<br>— cu volum constant ;<br>● incintă simplă rigidă<br>● incintă multiplă rigidă<br>— cu volum variabil (camere flexibile). |

Avînd în vedere agresivitatea chimică a unor gaze, amestecurile ce conțin astfel de componenți trebuiesc preparate cît mai tîrziu posibil, eventual chiar înaintea momentului utilizării preferînd de regulă, metodele dinamice de generare.

Alt criteriu de alegere a metodei este cantitatea de gaz de care este nevoie la utilizarea particulară ; pentru cantități mai mari și perioade lungi, se aplică metode statice în conteinere de diverse capacități. Trebuie să ținem seama, de asemenea de precizia de certificare a compoziției amestecului binar sau pluricomponent.

Procedeul complet de selectare este exemplificat în figura 2 prin exprimarea opțiunilor pe criteriul da/nu, astfel încît 3 decizii consecutive conduc la stabilirea metodei optime.

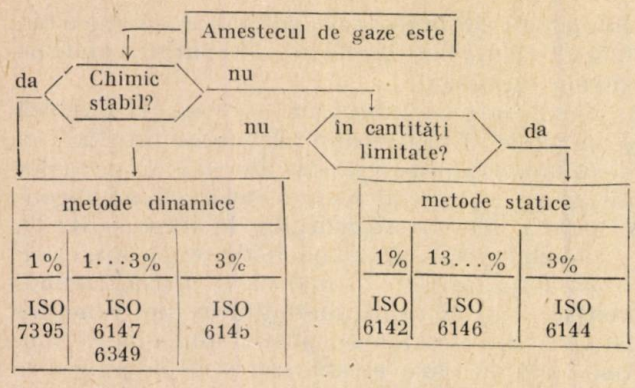



Fig. 2 Alegerea metodei optime de preparare a etaloanelor de gaze

Se poate considera că standardizarea la nivel internaţional a metodelor de preparare a etaloanelor de concentraţie de gaze este o primă etapă în asigurarea compatibilităţii măsurărilor gaz-analitice inter-ţări. Continuarea logică pe linia aceasta este stabilirea unei liste de amestecuri de compoziţii standardizate de gaze preparate comercial a căror certificare să se facă în condiţii speciale (laborator, dotare, personal specializat) sub controlul unui organism internaţional. Propunerile prezentate la nivelul ţărilor Europei de vest [1] vizează realizarea următoarelor amestecuri standard : $CO/N_2$ (9,5 ; 50 ; 95 ; 950 ppm ; 1 ; 2,5 ; 4,5 ; 7% vol) ; $CO_2/N_2$ (0,95 ; 4,5 şi 15% vol) ; $C_3H_8/N_2$ (95 ppm) ; $C_3H_8$/aer (3 ; 9,5 ; 95 şi 450 ppm) ; $NO/N_2$ (2 ; 9,5 ; 95 ; 950 ppm) ; $NO_2$/aer (2 ; 9,5 ppm) ; $SO_2/N_2$(95 ; 450 ppm). O privire asupra acestei liste indică faptul că preocupările de prim ordin ale laboratoarelor specializate se îndreaptă spre prepararea etaloanelor necesare transmiterii unităţii de măsură a concentraţiei gazelor/vaporilor cu caracter poluant al atmosferei.

În tabelul 2 se prezintă o caracterizare a metodelor de preparare statice şi dinamice ţinînd seama de concentraţiile constituentului de interes din amestec, a volumelor disponibile, a preciziilor de dozare şi a presiunilor de lucru obtenabile.

Se remarcă , pentru metodele dinamice, cantităţile mari de gaze care pot fi puse la dispoziţie, desigur, funcţie de materiile prime, presiunea de lucru, apropiată de presiunea atmosferică (normală) şi de preciziile de dozare, relativ mici, dar care prin optimizarea (în varianta de „precizii maxime") pot lua valori acceptabile pentru orice utilizare.

*Tabelul 2*

**Caracteristicile metodelor de producere a etaloanelor de concentraţie de gaze şi/sau vapori**

| Nr. crt. | Metoda de preparare | Interval de concentraţie | Volume de amestec obtenabile | Precizii de dozare obtenabile (maxime) % | Presiune de lucru (atm) |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Sisteme statice* | | | | |
| 1 | — recipient simplu | 10 ppm ...5 %vol | 10 % din vol. recipientului | 3... 5/1 | 1 |
| 2 | — recipiente înseriate | 10 ppm...5 % vol | volumul recipientelor | 5...10/3 | 1 |
| 3 | — camere nerigide | 10 ppm... 5 %vol | 1 ... 1000 l | 3/1 | 1 |
| 4 | — măsurare/comprimare | ppm ... 50 %vol | 0,5 l... 6 $m^3$ | 3...5/2 | 1...150 |
| 5 | — manometrice | 100ppm...50 % vol | 0,5 l ... 6 $m^3$ | 5...10/1 | 1...150 |
| 6 | — gravimetrice | ppm ...50 % vol | 1 l ... 6 $m^3$ | 0,1/0,002 | 1...150 |
| 7 | — evacuare parţială | ppm... 50 %vol | 100 ml ... 2 l | 1...5/1 | 0,001...1 |
| | *Sisteme dinamice* | | | | |
| | Amestecarea debitelor în : | | | | |
| 8 | — diluţie simplă | 100ppm ... 50 %vol | 6 $m^3$ | 1...3/1 | 1 |
| 9 | — dublă diluţie | ppb ... procente | 6 $m^3$ | 5...10/2...3 | 1 |
| | Injecţie automată : | | | | |
| 10 | — simplă | ppm ... 0,1 % vol | 5 ... 1000 l | 2...5/1 | 1 |
| 11 | — dublă | 1ppm ...0,01 %vol | 5 ... 1000 l | 2...5/1 | 1 |
| 12 | — reciprocă | 1 ppm ... 2 %vol | foarte larg | 2...5/1 | 1 |
| 13 | — alimentare prin gravitaţie | 100 ppm ...5 % vol | larg | 5/2 | 1 |
| 14 | — diluţie în impulsuri | 0,1 ppm 0,1 %vol | foarte larg | 2...5/1 | 1 |
| 15 | — pompe | 1 ppm...50 %vol | foarte larg | 2...5/1 | 1 |
| 16 | — difuzie | 0,1ppm ...500ppm | foarte larg | 2...6/1 | 1 |
| 17 | — permeaţie | 50ppm ... 200 ppm | larg | 1...3/0,5 | 1 |
| 18 | — evaporare | 50 ppm ... 10 %vol | larg | 3...15/1 | 1 |
| 19 | — electroliză | ppm ...1 %vol | limitat | 2...5/1 | 1 |
| 20 | — reacţii chimice | ppm ... 1 %vol | limitat | 3...10/1...5 | 1 |

### 3. Preocpuările INMB privind asigurarea cu etaloane de concentraţie de gaze

Programul de fabricaţie al INMB de etaloane de lucru de concentraţie de gaze, în amestecuri binare cuprinde o gamă sortimentală mult mai bogată decît amestecurile standard menţionate la capitolul precedent [5]. Este vorba de amestecuri avînd gaze active $O_2$, $N_2$, $H_2$, $CO_2$, CO, aer, hidrocarburi gazoase saturate şi hidrocarburi nesaturate.

O subclasificare se face, după concentraţia gazelor active, de regulă în subintervalele 0 ... 1; 1 ... 10 şi 10 ... 50% vol, cu limitări în cazul gazelor sau vaporilor de compuşi organici combustibili cu pericol de explozie în amestecul cu aerul sau oxigenul. Aceste etaloane de lucru sînt certificate prin metode fizico-chimice de analiză; lucrările efectuate cu ocazia estimării incertitudinilor de măsurare la certificarea concentraţiilor etaloanelor produse de INMB, prin tratarea statistică a erorilor de măsurare [6] au concluzionat că aceste incertitudini se situează între ±(0,05 ... 0,5)% vol funcţie de concentraţia gazului de interes din amestec.

Prepararea acestor etaloane se face prin metode cunoscute din literatura de specialitate [3; 7],a normativelor specifice ISO menţionate înainte şi a cercetărilor proprii [8; 9; 10] şi anume :

— metode statice : manometrice (a presiunilor parţiale) pe o instalaţie modernizată în 1988 (cu includerea suplimentară a unor trasee pentru gaze corozive şi gaze cu caracter oxidant), gravimetrică (prin cîntărirea succesivă a gazelor din butelii pe o balanţă etalon de 20 kg, ordinul IV), volumetric-manometrică (combinaţie de dozare volumetrică prin calibrare de volum a gazului de interes, cu dozarea manometrică a gazului diluant);

— metode dinamice : amestecarea debitelor controlate de gaze (prin măsurarea cu rotametrele a debitelor constituenţilor gazoşi ai amestecului sau folosirea pompelor dozatoare tip Wösthoff, al cărui principiu de funcţionare este bazat tot pe prelevarea unor debite strict controlate de gaze şi ulterioara lor amestecare); difuzia de solvenţi organici combustibili prin pereţi poroşi şi prelevarea lor într-un debit prestabilit de gaz diluant; generarea etaloanelor de concentraţie de gaze pe o instalaţie ce asigură debite constante prin intermediul manometrelor diferenţiale şi a regulatoarele de debit.

Necesitatea de a asigura o gamă cît mai completă de etaloane obligă INMB să studieze şi celelalte tehnici (în special metodele dinamice) cum sînt : metodele prin permeaţie, electrolitice, de injectare combinate, sistemele prin evaporare, metodele prin reacţii chimice.

Prin instalaţia proiectată şi realizată în acest an, INMB a abordat tehnica preparării etaloanelor de microconcentraţii de gaze prin permeaţie în straturi subţiri de polimeri. Prezentarea acestei instalaţii se face în altă lucrare [11].

Urmează ca în viitorul apropiat să se studieze şi aceste tehnici pentru a dispune de totalitatea procedeelor de preparare a etaloanelor de concentraţie de gaze. Concomitent, activitatea de cercetare va completa gama de tehnici şi procedee de analiză pentru a asigura precizia necesară certificării compoziţiei etaloanelor realizate.

## Concluzii

Lucrarea de faţă a urmărit să evidenţieze modalităţile practice de asigurare a trasabilităţii în domeniul transmiterii unităţii de concentraţie de gaze/vapori. În conformitate cu procedurile aplicate în acest sector pe plan internaţional, INMB dispune de o serie de metodologii de preparare şi certificare a etaloanelor de gaze în stare a asigura necesarul în multe utilizări cu caracter metrologic la diversele solicitări de pe piaţa internă. Pe viitor se preconizează diversificarea tehnicilor de preparare spre rezolvarea cît mai deplină a multiplelor probleme gazanalitice, de mare actualitate, în special în domeniul protecţiei mediului.

*BIBLIOGRAFIE*


[1] *Frankvoort W.* The Dissemination of Primary Gas Standards. The Netherlands Metrology Service. Proceeding of the International Symposium : Production and Use of Reference Materials, november, 13—160 1979;

[2] *König P.* şi colab. : Transmiterea unităţii de măsură la unele mijloace de măsurare a concentraţiei gazelor, Metrologia aplicată, nr. 2, 1988 ;

[3] *Nelson G.O.* ; Controlled Test Atmospheres, Principles and Techniques. Ann Arbor Science Publishers, Michigan, SUA, 1971 ;

[4] *Scornavacca F., Carlucci P.* ; Gas Mixtures-Facts and Fables, Matheson, SUA, 1978 ;

[5] STR IGSCCP 13/1-87. Etaloane de lucru de concentraţie de gaze, în amestecuri binare ;

[6] Estimarea incertitudinilor de măsurare la certificarea compoziţiilor etaloanelor de lucru de concentraţie de gaze, Lucrare cu caracter intern, INMB, 1986 ;

[7] *Barratt R. S.* : The preparation of Standard Gas Mixtures, the Analyst, vol 106, nr. 1265 august 1981 ;

[8] *König P.*, Tehnici de preparare şi atestare a mostrelor etalon de concentraţie de gaze cu oxid de carbon în intervalul 0 ... 500 ppm, Metrologia aplicată, nr. 2, 1982 ;

[9] *König P.*, Prepararea şi certificarea mostrelor etalon de vapori organici volatili combustibili în aer folosite la verificarea explozimetrelor, al II-lea Simpozion de Metrologie, Bucureşti, 1984 ;

[10] *König P., Ioniţă N.*, Instalaţie de generare dinamică a etaloanelor de concentraţie de gaze, Sesiunea de Comunicări ştiinţifice pentru tineret, Contribuţii ale tinerilor la dezvoltarea teoriei şi tehnicii măsurării, Bucureşti 1988 ;

[11] *König P., Popescu R.*, Instalaţie de generare dinamică prin metoda permeţiei, al IV-lea Simpozion Naţional de Metrologie, Bucureşti, 1990.

# Instalaţie de dozare dinamică a gazelor toxice prin metoda permeaţiei

PETRE KÖNIG-GEORGESCU şi RADU POPESCU*

**REZUMAT**

Articolul prezintă metodele de preparare a microconcentraţiilor de gaz etalon prin difuzarea în stare de vapori printr-un strat polimeric permeabil. Se descrie de asemenea soluţia tehnică pentru construcţia unei instalaţii de generare dinamică.

**Abstract**

The paper describes the preparation method for standard gas microconcentrations based upon the vapourous permeation technique using a polymeric layer. The adopted solution for building a dynamic generating apparatus is also discussed.

**Résumé**

L'article présente les méthodes de préparation des microconcentration de gaz étalon par la diffusion des vapeurs à travers d'une couche polymèrique perméable. On decrit aussi la solution adopté pour la construction d'une installation pour l'engendrement dynamique.

## 1. Introducere

O metodă destul de cunoscută în producerea microconcentraţiilor de amestecuri calibrate de gaze este aceea bazată pe unul dintre cele mai cunoscute fenomene fizice : permeaţia.

Polimerii sînt permeabili la anumite gaze. Mecanismul permeaţiei, dependent de temperatură, este iniţiat de diferenţa între presiunile parţiale ale gazului de o parte şi de alta a membranei permeate.

Conform teoriei lui *Brubacker* [1], acest mecanism poate fi descris în trei paşi consecutivi :

*a*) formarea soluţiei de gaz în materialul membranei la interfaţă pe partea cu presiune ridicată a gazului/vaporilor ;

*b*) difuzia prin membrana de permeaţie ;

*c*) reevaporarea gazului în partea membranei cu presiune scăzută a gazului/vaporilor.

Gazul testat se dizolvă în polimerul de grosime $d$, pe partea membranei în care presiunea $p_1$ este mai mare, apoi difuzează prin materialul membranei şi se desoarbe prin partea cu presiune mai joasă $p_2$.

Solubilitatea unui gaz într-un material trebuie să respecte legea lui *Henri :*

$$C = a \cdot p \tag{1}$$

unde :

$C$ concentraţia gazului dintr-un material ;

$a$ coeficientul de solubilitate a gazului în acel material ;

$p$ presiunea gazului /vaporilor.

Într-o stare staţionară difuzia gazului/vaporilor prin material se supune legii a doua a lui *Fick* ;

$$q_D = D.F.\frac{dC}{dx} \cdot t \tag{2}$$

unde :

$q_D$ cantitatea de gaz difuzată ;

$D$ constanta de difuzie ;

$\frac{dC}{dx}$ descreşterea concentraţiei în funcţie de coordonată ($x$) :

$F$ suprafaţa membranei ;

$t$ timpul de difuzie.

Din ecuaţiile (1) şi (2) rezultă :

$$q_D = DFa\frac{p_1 - p_2}{d} \cdot t \tag{3}$$

în locul lui $a \cdot D$ se poate folosi termenul $p_G$, termen ce reprezintă constanta de permeabilitate a gazului prin polimerul respectiv. Astfel relaţia (3) se poate scrie :

$$q_D = p_G \cdot F \cdot \frac{p_1 - p_2}{d} \cdot t \tag{3}'$$

$p_1$, $p_2$ reprezintă presiunile gazului/vaporilor de o parte şi de cealaltă a membranei.

Constanta de permeabilitate a gazului este o funcţie de temperatură, de caracteristicile gazului şi de proprietăţile membranei.

Această constantă, în schimb, este independentă de presiune. În condiţii de staţionaritate, rata permeaţiei este redată de expresia

$$p_G = p_G^0 \exp[-E_p/RT] \tag{4}$$

unde :

$p^0_G$ constantă ;

$E_p$ energia de activare a permeaţiei ;

$R$ constanta universală a gazelor ;

$T$ temperatura absolută.

## 2. Aspecte metrologice la aplicarea metodei permeaţiei

Intervalul de aplicaţie al acestei metode este situat în general între $10^{-6}$ şi $10^{-4}$% vol. Totuşi,

* Institutul Naţional de Metrologie

microconcentraţiile se exprimă, în general, în $\mu g/m^3$.

Precizia acestei metode poate ajunge pînă la 2% din concentraţia constituentului de interes din amestec.

Din practică, s-a observat că în gama concentraţiilor considerate mai sus este foarte greu să se menţină stabile amestecurile de gaze. Se pot cita o serie de surse de erori :

— legile cunoscute, specifice acestei metode se aplică în condiţii cvaziideale, condiţii ce comportă realizarea perfectă a camerei de difuzie cît şi echilibrul termodinamic al fluidelor ce le conţine ;

— fenomenul de retrodifuzie tinde să diminueze difuzia ;

— gazele utilizate nu sînt perfecte ;

— anumite substanţe tind să polimerizeze (se recomandă ca substanţă de permeaţie politetrafluoretilenă — PTFE, polimer stabil, termic şi care nu prezintă riscul de a polimeriza).

Datorită acestor surse de erori nu se poate folosi nici un model matematic pentru a simula cît mai fidel fenomenul. În scopul certificarii compoziţiei amestecurilor preparate s-a preferat soluţia analizei de precizie, prin metoda spectrofotometrică recomandată în normative ISO [2] şi naţionale (norme franceze [3] şi standarde româneşti [4]) cu eroare maximă de atribuire a concentraţiei gazului de interes din amestec cuprinsă între 2 ... 5%.

În ceea ce priveşte repetabilitatea metodei spectrofotometrice de analiză, trebuie menţionat faptul că trebuie acordată o atenţie deosebită condiţiilor de lucru ; în urma unei campanii de încercări în laboratoarele din SUA s-a constatat că eroarea poate atinge 10%, la nivelul unei concentraţii de compus activ în jur de 300 $\mu g/m^3$ [3].

În literatura de specialitate [1] cît şi în normele internaţionale [2] se recomandă folosirea tuburilor de permeaţie. Aceste tuburi sînt construite din oţel inoxidabil etanş închise la un capăt cu bile de oţel sau sticlă, celălalt capăt fiind prevăzut cu o membrană din polimeri.

Tubul este plasat într-o incintă perfect termostatată (se recomandă $\pm$ 0,1°C), cu condiţionarea strictă a eluentului (debit, temperatură, puritate). Substanţa ce trebuie să difuzeze este injectată sub formă lichidă de la bun început în tub. Viaţa acestor tuburi este limitată şi depinde de condiţiile de depozitare şi folosinţă.

Analiza ratei de difuzie a gazului/vaporilor prin membrană se efectuează prin metoda gravimetrică, metodă ce comportă o aparatură de foarte mare precizie.

### 3. Instalaţia de preparare a etaloanelor prin permeaţie

Instalaţia de obţinere a amestecurilor de gaze prin metoda permeaţiei, gîndită, proiectată şi executată de INMB în colaborare cu Institutul de Chimie Cluj utilizează o cameră de permeaţie cu conţinut determinat de gaz de interes şi nu varianta tubului de permeaţie cu utiiizare limitată.

Printr-un septum se pot injecta în partea de jos a camerei de permeaţie substanţe volatile aflate în stare lichidă. Spre deosebire de tuburile de permeaţie, există în plus posibilitatea de a se introduce în camera de permeaţie substanţele direct în stare gazoasă.

Alegerea variantei constructive cu camera de permeaţie se consideră a fi favorabilă atingerii unor performanţe funcţionale deosebite : adaptabilitate la o gamă largă de lichide volatile şi gaze şi variaţia corespunzătoare a concentraţiei gazelor/vaporilor în amestec printr-un raport optim al unor parametri de influenţă uşor reglabili (temperatura instalaţiei, îndeosebi a celulei de permeaţie, grosimea stratului de polimeri, natura chimică a polimerului, suprafaţa de contact membrană — lichid/gaz, debit gaz eluent etc.).

*Descrierea instalaţiei*

Instalaţia (prezentată principial în figura 1) are aspectul specific instalaţiilor de laborator prezentîndu-se ca o serie de recipienţi şi elemente conectate între ele prin circuite pneumatice, hidraulice şi electrice. O parte din acestea este amplasată într-o incintă termostată. La aceste elemente sînt reacordate instrumentele de măsură şi control, asigurîndu-se acces la reglaje.

Elementele de bază ale instalaţiei sînt :

— camera de permeaţie ;

— recipienţi de amestecare şi stocare cu elemente de reglaj sensibile menţinute în condiţii tehnice strict controlate ;

— trasee de gaze corozive (toxice) realizate din materiale rezistente la coroziunea agenţilor chimici.

*Mod de funcţionare*

După cum se vede în figura 1, gazul eluent (aer comprimat) provenit de la o butelie trece printr-un filtru prin care se elimină eventualele impurităţi (ulei) şi printr-un uscător de aer (eliminarea vaporilor de apă). Presiunea poate fi variată cu ajutorul reductorului de presiune $RP$ şi citită pe manometrul $M$.

Aerul este adus la temperatura prescrisă (20°C $\pm$ 1°C) cu ajutorul termostatului $TA$. O parte din fluxul de aer intră în incinta termostatată (20°C $\pm$ 3°C) iar surplusul este deversat în atmosferă. Variaţia debitului de eluent se va efectua cu ajutorul regulatoarelor de debit $IDR_1$ şi $IDR_2$. Fluxul de eluent va trece apoi printr-un capilar calibrat $C_1$ (la care este racordat traductorul de presiune diferenţială $TPD_1$) şi va ajunge în vasul de amestec $VA$. Senzorul de temperatură $ST_1$ va indica în orice moment temperatura gazului eluent.

Gazul ce trebuie să difuzeze (în cazul cînd provine de la o butelie intră în partea de jos a incintei de difuzie $ID$ prin deschiderea robine-

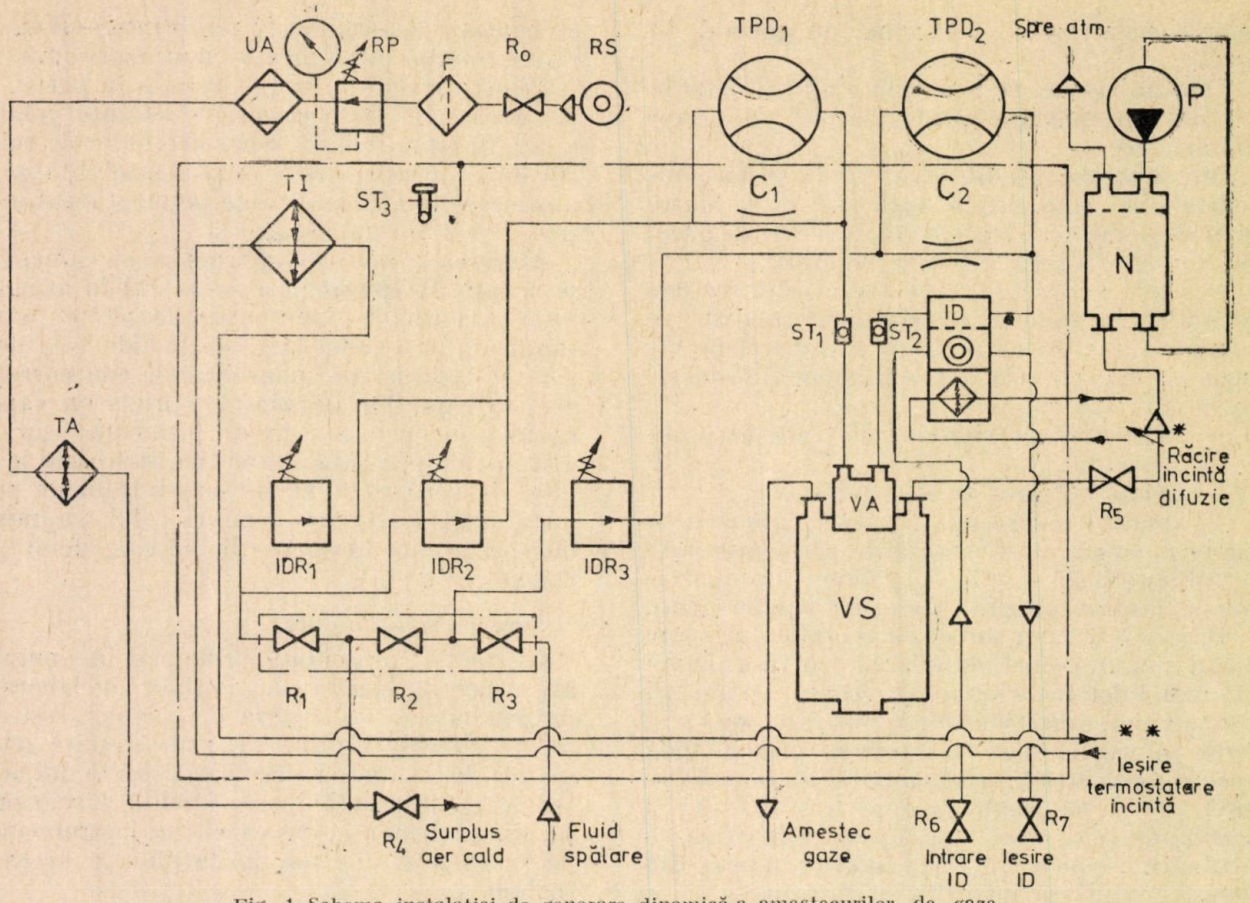



Fig. 1 Schema instalației de generare dinamică a amestecurilor de gaze
*RS* — racord sursă aer comprimat; $R_0$, $R_1$ — robineți; *F* — filtru; *RP* — reductor de presiune; *M* — manometru; *UA* — uscător aer; *TA* — termostatare aer; $IDR_{1...3}$ regulatoare cu indicator de debit; $T_1$ — termostatare incintă (răcitor + încălzitor); $C_{1...2}$ — capilare calibrate; $TPD_{1...2}$ — traductor de presiune diferențială; $ST_{1...3}$ sensor de temperatură; *ID* — incintă de difuzie; *VA* — vas amestec; *N* — neutralizator; *P* — pompă recirculare neutralizator.

tului $R_5$. O parte difuzează prin membrană și urmînd traseul din figura 1 ajunge în vasul de amestec. Partea nedifuzată este deversată în atmosferă (în cazul gazelor toxice se iau măsuri de siguranță) prin deschiderea robinetului $R_7$. Temperatura gazului difuzat este citită tot timpul cu ajutorul senzorului de temperatura $ST_2$

Dacă gazul sau vaporii care au trebuit să difuzeze au fost toxici sau corozivi, incinta de difuzie cît și vasul de amestec vor fi spălate ulterior cu ajutorul unui fluid de spălare ce pătrunde în incintă pe traseul $R_3$, $IDR_3$, $C_2(TPD_2)$, *ID*, $ST_2$, *VA*.

Din vasul de amestec *VA*, amestecul de gaze trece în vasul de stocare *VS* și din acest vas este prelevat pentru analiză o parte iar altă parte va trece (prin deschiderea robinetului *R*) în vasul de neutralizare *N*, și de acolo în atmosferă. Substanța de neutralizare este recirculată cu ajutorul pompei *P*. Termostatarea incintei și a camerei de permeație se realizează cu ajutorul unor elemente *Peltier*.

În cazul cînd substanța ce permează are temperatura critică scăzută se folosește răcirea cu agent criostatic pe baza de alcool tehnic.

*Caracteristici tehnice*

Debit maxim de aer diluție . . . . 760 Nl/h
Debit maxim de aer antrenare fluide difuzate . . . . . 70 Nl/h
Presiunea maximă de lucru . . . . 1 bar
Temperatura incinte termostatate .20°C±1°C
Suprafața membranei de difuzie..0,78···750 mm²
Temperatura aerului de diluție . . .20°C ± 3°C
Suprafața maximă în incinta de difuzie . . . . 500mm col $H_2O$
Intervalul de temperatură în incinta de difuzie (−10 · · · + 20)°C ±0,3°C
Racord aer comprimat prin tub flexibil — —Dn10 mm
Racorduri pentru răcire cu apă sau alcool tehnic — Dn 10 mm

Consumatori de energie electrică:
Pompa de recirculare. .390V —50Hz—0,5kW
Incinta de difuzie . . . . .c.c.6V—max 8A
Termostat aer . . . . . c.c.6V —max 8A
Încălzitoare electrice și consumatori din incinta termostatată: 220V—50Hz—1kW

*BIBLIOGRAFIE*

[1] *Garry O. Nelson*: Controlled Test Atmospheres Principles and Tehniques. Ann Arbor Science Publishers, Michigan, SUA, 1971
[2] *** ISO/TR 6566/1-80 ISO/TR 6567/1-81
[3] ***NF X 20—357/1976 X43—009/1973
[4] ***STAS 10194-89; 10329-75; 10812-76; 10814-76; 10946-77

# Unele consideraţii cu privire la unitatea SI a cantităţii de substanţă „mol"

STELUŢA DUŢĂ şi GHEORGHE ISPĂŞOIU *

REZUMAT

Sînt prezentate unele aspecte teoretice şi practice de bază privind adoptarea şi utilizarea unităţii SI fundamentale „mol" a cantităţii de substanţă şi se fac, de asemenea, unele precizări în legătură cu necesitatea existenţei unei unităţi SI fundamentale în domeniul chimiei fizice şi al fizicii moleculare, precum şi în ceea ce priveşte necesitatea stabilirii unor proceduri de realizare în concret a acestei unităţi de măsură.

Abstract

Some theoretical and practical considerations concerning the adoption and use of the „mole" as the fundamental SI unit for the amount of quantity are presented. The reasons why such a unit is important for physical-chemistry and molecular physics are discussed and the need to establish an appropriate procedure to reproduce it is emphasized.

Résumé

On présente quelques considérations théoretique et practique concernant l'adoption et l'utilisation du „mole" comme unité SI fondamentalle pour la quantité de matière. On discute l'importance de cette unité pour la chimie physique et la physique moleculaire et on prend en considération la nécessité d'établir une procedure practique pour sa reproduction.

De la descoperirea legilor fundamentale ale chimiei, pentru specificarea cantităţilor de elemente sau compuşi chimici s-au folosit unităţi de cantitate de substanţă denumite, de exemplu, „atom-gram" şi „moleculă-gram". Aceste unităţi erau legate direct de „greutăţile atomice", în realitate, mase relative. „Greutăţile atomice" au fost raportate, la început, la masa relativă a elementului chimic oxigen (16, prin convenţie). Dar în timp ce fizicienii separau izotopii cu spectrograful de masă şi atribuiau valoarea 16 unuia din izotopii oxigenului, chimiştii atribuiau aceeaşi valoare amestecului de izotopi 16, 17, 18 ai oxigenului, care reprezentau pentru ei elementul oxigen natural.

Un acord între Uniunea Internaţională de Fizică Pură şi Aplicată (UIFPA), Uniunea Internaţională de Chimie Pură şi Aplicată (UICPA) a pus capăt acestei dualităţi în anii 1959—1960.

De atunci, fizicienii şi chimiştii atribuie valoarea 12 izotopului 12 al carbonului. Scara unificată, astfel obţinută serveşte la exprimarea, valorilor „maselor atomice relative".

Rămînea de definit unitatea de cantitate de substanţă prin stabilirea unei mase corespunzătoare de carbon 12. Printr-un acord internaţional, această masă a fost fixată la 0,012 kg, iar unitatea mărimii „canitate de substanţă" a primit denumirea de mol (simbol mol).

Conform propunerilor UIFPA, UICPA şi ale ISO, CIPM a dat, în 1967, şi a confirmat, în 1969, o definiţie a molului, care a fost adoptată la cea de-a 14-a CGPM (1971).

> *„Molul este cantitatea de substanţă a unui sistem care conţine atîtea entităţi elementare cîţi atomi există în 0,012 kg de carbon 12".*

De cîte ori se întrebuinţează molul, entităţile elementare trebuie specificate, ele putînd fi atomi, molecule, ioni, electroni, alte particule sau grupări specificate de asemenea particule.

În lumea ştiinţifică de specialitate au apărut imediat şi continuă să apară încă numeroase luări de poziţie faţă de hotărîrea CGPM din 1971, implicit faţă de definiţia dată molului, precum şi în legătură cu realizarea în concret a acestuia.

Cîteva din observaţiile ce s-au făcut au avut ca obiect, în primul rînd, neajunsurile care pot fi generate, urmare a ambiguităţii noţiunii de cantitate de substanţă, precum şi datorită faptului că din definiţie nu rezultă cu claritate procedura de realizare în concret a molului, ceea ce reprezintă o cerinţă de primă importanţă pentru orice unitate de măsură, cu atît mai mult pentru o unitate de măsură fundamentală.

Opiniile cu privire la mol, de multe ori contradictorii, au apărut, în mare măsură, ca urmare a unor aprecieri nefondate conform cărora noţiunea de cantitate de substanţă este interpretată ca masă, ceea ce conduce la ideea că mărimea a cărei unitate de măsură este molul nu se justifică a fi considerată mărime fundamentală.

Este evident că astfel de aprecieri pline de confuzie pot conduce la ideea că molul este o unitate de masă, ceea ce nu este corect, precum şi la ideea că mărimea pentru a cărei măsurare este utilizat molul este o mărime derivată, ceea ce înseamnă a spune că nu este necesară o unitate de măsură fundamentală în domeniul chimiei fizice şi al fizicii moleculelor.

Molul, ca unitate de măsură independentă, are o importanţă deosebită în studiul gazelor ideale, în evaluarea mărimilor caracteristice proceselor care au loc la nivelul moleculelor, precum şi pentru unificarea ecuaţiilor care guvernează unele reacţii chimice termodinamice;

* Institutul Naţional de Metrologie

mărimile specifice de tipul celor menționate sînt : capacitatea calorică molară, conductivitatea electrică molară, căldura molară de reacție etc. Mărimile molare, respectiv mărimile din chimia fizică și fizica moleculară la care ne-am referit reprezintă, în esență, caracteristici individuale ale substanței, pentru a căror evaluare este necesar să se utilizeze unități de măsură definite în funcție de unitatea de măsură a cantității de substanță.

Subliniind aceste aspecte privind legitimitatea adoptării și menținerii unității de măsură a cantității de substanță „mol" ca unitate SI fundamentală, trebuie să recunoaștem, totuși că unitatea de măsură „mol" nu se poate realiza în concret printr-un etalon, ceea ce reprezintă o situație paradoxală în metrologie.

Atunci, de ce a fost molul introdus în rîndul unităților de măsură din Sistemul internațional de unități (SI) și pus în această situație paradoxală ?

S-a încercat și se încearcă încă să se răspundă la această întrebare, acreditîndu-se cu vehemență ideea că, înainte de adoptarea sa ca unitate de măsură fundamentală, molul nu a fost folosit ca unitate de măsură, ci s-a utilizat numai în calcule.

În lucrarea Biroului Internațional de Măsuri și Greutăți „Sistemul internațional de unități" (1985) se fac unele precizări în legătură cu modul de realizare în concret al molului, și anume : toate rezultatele cantitative ale analizelor chimice sau ale dozărilor de substanțe pot fi exprimate în moli, adică în unități de cantitate de substanță ale sistemelor de entități elementare. Principiul măsurărilor fizice bazate pe definiția acestei unități de măsură constă în aceea că „în cazul unui corp pur format din atomi al cărui simbol chimic este $X$, un mol de atomi $X$ conține, prin definiție, atîția atomi cîți atomi $^{12}C$ există în 0,012 kilograme de carbon 12". Pentru a determina masa corespunzătoare unui mol de atomi $X$ se folosește, deci, raportul dintre masa $m(X)$ a unui atom $X$ și masa $m$ ($^{12}C$) a unui atom de carbon 12. Așadar, masa corespunzătoare unui mol de atomi $X$ sau, altfel spus, masa molară $M(X)$ este :

$$M(X) = [m(X)/m(^{12}C)] \times 0{,}012 \text{ kg/mol}$$

Există și alte metode, bazate pe legile fizicii și ale chimiei fizice, pentru măsurarea cantității de substanță și anume :

*a*) în cazul gazelor perfecte 1 mol de particule dintr-un gaz oarecare ocupă același volum la o temperatură $T$ și la o presiune $p$ ; rezultă, de aici, o metodă pentru măsurarea raportului cantităților de substanță pentru două gaze oarecare ;

*b*) în cazul reacțiilor electrolitice cantitative se poate măsura raportul cantităților de substanță prin măsurări ale cantității de electricitate.

*c*) aplicarea legilor lui *Raoult* constituie, de asemenea, o metodă de măsurare a raporturilor cantităților de substanță dizolvate într-un solvent.

În prezent, în lumea specialiștilor există încă păreri diferite cu privire la menținerea molului în rîndul unităților de măsură fundamentale ; menționăm propunerea făcută de *J. Stern* (1980) de a adopta ca unitate de măsură, în locul molului, o particulă, respectiv perenul (P), în care situație molul ar fi egal cu 6,022 $\times$ $= 10^{23}$ P.

Dar, dacă molul reprezintă un număr de particule, în această situație poate fi menținut ca unitate de măsură a unei mărimi fizico-chimice și, cu atît mai mult, ca unitate fundamentală ?

Răspunsul la numeroasele întrebări puse cu privire la legitimitatea locului molului între unitățile fundamentale ale Sistemului internațional de unități (SI) este, ca urmare, așteptat de mulți specialiști în domeniu, ceea ce face, ca acestei unități să i se confere caracterul de „mit".

Cercetările științifice ce se desfășoară în lume, inclusiv cu participarea specialiștilor din România, trebuie să facă posibilă soluționarea problemei molului ca unitate SI fundamentală, așa cum se cere într-un sistem de unități modern, adaptabil nevoilor științei și tehnicii, concordant cu realizările din aceste domenii, în ceea ce privește, îndeosebi, definirea și realizarea în concret a unităților de măsură fundamentale.

*BIBLIOGRAFIE*

[1] STAS 737/1-91 ; Sistemul internațional de unități (SI). Unități fundamentale și unități suplimentare
[2] *Aleksandrov Iv. I.* : Moli. Mifi i realinosti. Izmeritelinaia tehnika, No. 1, 1989, p. 46
[3] *Donald P., Clyde F.* : Chimie analitică, Editura tehnică București, 1989.
[4] Bureau International des Poids et Mesures, Le Système international d'unités (SI), 5° Edition, Paris, 1985.
[5] ASTM E 131-80, Standard Definitions of Terms and Symbols Relating to Molecular Spectroscopy.
[6] *Macarovici C. Gh.* : Analiza chimică cantitativă anorganică, Editura Academiei, București, 1979
[7] *Liteanu, C., Hopîrteanu : E.* : Chimie analitică cantitativă, Volumetria, Editura didactică și pedagogică București, 1972
[8] *Nenițescu C. D.* : Chimie generală, Editura didactică și pedagogică, București, 1972
[9] *Burnett Robert W.* : Accurate Meassurement of Molar Absortivities, Journal of Research of the National Bureau of Standard, Vol. 76A, No. 5, 1972, p. 469
[10] *Beral E., Zapan M.* : Chimie anorganică, Editura tehnică, București, 1968

* În ordinea inversă a anilor de publicare

# Sistem electrometric etalon

ALEXANDRU CIMPEAN*

**REZUMAT**

Articolul prezintă un sistem electrometric foarte performant destinat măsurării curenților în intervalul $10^{-14}$ ... $10^{-6}$A cu precizie ridicată. Aceste valori de curent sînt un bloc de achiziție și un calculator. Curentul este integrat cu ajutorul unui condensator special, tensiunea rezultată fiind convertită într-un număr și memorată de calculator. Toate reglajele sînt realizate de calculator.

**Abstract**

This paper presents a very performant electrometric system intended to measure currents in the range $10^{-14}$ ... $10^{-6}$ A with high accuracy. These currents are delivered by ion chambers. The system contains an electrometric preamplifier, an acquisition block and a computer. The currents integrated on a special capacitor, then the resulted voltage si converted on a special capacitor, then the resulted voltage is converted into a number and stored by the computer. All regulations are made by computer.

**Résumé**

L'article présente un système électrometrique à haute performance pour messurer les courents dans l'intervalle $10^{-14}$ ... $10^{-6}$ A avec une precision élevée. Cettes valeurs de courent sont les quelles q'on obtienne d'une chambre d'ionization. Le système contient un préamplificateur électrométrique, un bloc d'aquisitian et un calculateur. Tous les réglages sont réalisés a l'aide du calculateur.

Acest articol prezintă un sistem electrometric foarte performant, sistem ce intră în componența etalonului național pentru surse radioactive. Conform fig. 1 sistemul conține :

— preamplificator electrometric
— bloc de achiziție
— calculator tip HC—85 (inclusiv casetofon și monitor)

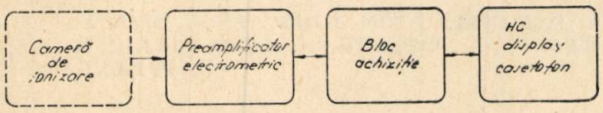



Fig. 1

## 1. Preamplificatorul electrometric

Este realizat cu ajutorul circuitului integrat ICH 8500A ceea ce face posibilă obținerea unor performanțe excelente :

— curent de scurgeri mic (sub 10 FA)
— curent de zgomot mic (sub 0,2 FA).

În principiu, curentul camerei de ionizare este integrat pe o capacitate, tensiunea obținută fiind prelucrată de blocul de achiziție. Preamplificatorul conține o cutie cu 3 condensatoare 100 pF, 1 nF, 10 nF), condensatoarele se etalonează periodic. Fiecare condensator este conectat în circuit prin intermediul unui releu reed special. Configurația efectivă a preamplificatorului este stabilită de utilizator lucrînd interactiv cu calculatorul. De asemenea, calculatorul efectuează reglajul de ofset.

În fig. 2 se prezintă schema simplificată a preamplificatorului. Proiectarea îngrijită asigură o imunitate sporită la perturbații.

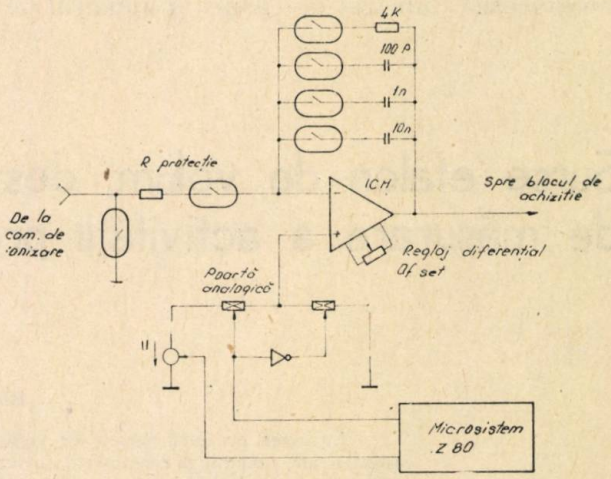



Fig. 2

## 2. Blocul de achiziție

Blocul de achiziție se cuplează cu :

— preamplificatorul electrometric (circa 1,5 metri) ;

— calculatorul *HC* (legătură serială, zeci de metri).

Aceasta face posibilă protejarea, față de radiații, a operatorului. Tensiunea ce urmează a fi măsurată poate fi preluată fie de la preamplificator, fie de la o mufă *BNC*. Tensiunea este preluată de un circuit „track and hold". Acesta eșantionează tensiunea la intervale de o secundă, dacă este validată comanda de eșantionare. Dacă nu, atunci este numai „track". În continuare, tensiunea este convertită digital cu ajutorul unui convertor dublă rampă. Codul rezultat este trimis la *HC*. Convertorul dublă rampă poate fi calibrat foarte ușor cuplînd la mufa *BNC* tensiunea de referință. Activi-

* Institutul de Fizică și Inginerie Nucleară Măgurele

tatea blocului de achiziție este controlată de un microprocesor. Curentul absorbit pe intrare de circuitul track and hold" este mai mic de 4 nA deci poate fi utilizat ca referință de tensiune elementul normal de tensiune. La o a doua mufă *BNC* sînt disponibile impulsurile de „hold" pentru măsurarea intervalelor de o secundă.

### 3. Calculatorul HC

Operatorul controlează procesul de măsurare de la tastatura calculatorului. Operatorul alege modul de lucru :

1 electrometru
2 calibrare voltmetru
3 autozero ofset

Referitor la subprogramul 1: operatorul alege numărul de cicluri și numărul de eșantioane. Produsul acestor numere trebuie să fie mai mic de 5500. Valorile tensiunilor sînt memorate într-o matrice. Dacă panta de creștere a tensiunii este prea mare, atunci calculatorul redimensionează numărul de cicluri și numărul de eșantioane, astfel încît produsul lor să rămînă constant.

Dacă nu este suficient, calculatorul afișează mesajul „trebuie crescută capacitatea", operatorul urmînd să efectueze modificarea dorită.

Referitor la subprogramul 2 : se stabilesc coeficienții conversiei analog-numerice.

În final se poate scrie :

$I_{cam} + I_{scurgeri} + I_{zgomot} = (U_{final} - U_{inițial} \times \times C/(\text{nr. de intervale de } I_s)$ unde :

$I_{cam}$ curentul livrat de cameră
$I_{scurgeri}$ curentul de pierderi(poate fi determinat)
$I_{zgomot}$ partea aleatoare a curentului de pierderi
$U_{final}$ tensiunea de la sfîrșitul ciclului
$U_{inițial}$ tensiunea de la începutul ciclului
$C$ capacitatea aleasă

Precizia măsurării depinde de mai mulți factori. Sistemul este în etapa de testare la Institutul Național de Metrologie, însă pentru curenți mai mari de 200 FA eroarea relativă este mai mică de $3 \times 10^{-3}$.

# Surse etalon de volum, destinate etalonării aparaturii de măsurare a activității probelor de mediu

*MARIA SAHAGIA, LEON GRIGORESCU, MIRCEA ONCESCU, C. POPESCU, A. STRUNGARU, M. CAPITANU**

**REZUMAT**

Lucrarea prezintă sursele de volum, etalon de activitate, realizate de IFIN, necesitatea lor, precum și rezultatele obținute privind prepararea, uniformitatea activității volumice, radionuclizii obținuți ($^{133}$Ba ; $^{134}$Cs ; $^{137}$Cs ; $^{152}$Eu ; $^{241}$Am) și reproductibilitatea de realizare a surselor în cadrul unui lot.

**Abstract**

The paper presents the bulk sources, representing the activity standard, that are produced at IFIN and it explains why they are necessary and discusses the results that have been obtained concerning preparation, uniformity of the volume activity, the radionuclides obtained ($^{133}$Ba ; $^{134}$Cs ; $^{137}$Cs ; $^{152}$Eu ; $^{241}$Am) and also the reproductibility of the sources produced within a bunch.

**Résumé**

L'article présente les sources de volume, étalon d'activité, produites par IFIN, explique pourqoui sont elles nécessaires et décrit les resultats obtenus dans la préparation, l'uniformité de l'activité volumetrique, les radionucléides obtenus ($^{133}$Ba ; $^{134}$Cs ; $^{137}$Cs ; $^{152}$Eu ; $^{241}$Am) et la reproductibilité de la realization des sources dans un lot.

### 1. Introducere

În procesul de măsurare a activității probelor prelevate din mediu se utilizează pe scară largă metoda spectrometriei gama ; se măsoară probe colectate din mediul înconjurător prelucrate sau nu, avînd un volum apreciabil — pentru mărirea activității totale a probei prelevate ; sistemul de măsurare are ca detector un detector Ge (Li) sau GeHP sau un cristal de tip NaI(Tl). Probele de mediu au în general o geometrie de tip *Marinelli*, cu volum de 0,5 l ; 1 l ; 3 l.

În etalonarea lanțurilor spectrometrice pentru astfel de destinații este necesară elaborarea unor etaloane radioactive care să răspundă la următoarele cerințe :

— să aibă aceeași geometrie ca și probele de măsurare ;

— să respecte compoziția probelor, în sensul respectării densității și numărului atomic efectiv, ca elemente determinate în fenomenele de împrăștiere și absorbție care au loc în sursă ;

* Institutul de Fizică și Ingineria Nucleară Măgurele

— să aibă activitatea cunoscută cu o incertitudine mică și să fie uniforme;

— să acopere un interval larg de energii.

Aceste cerințe, cît și motivarea lor, sînt cuprinse într-o serie de lucrări publicate [1, 2, 3] cît și în standarde internaționale [4, 5].

Pentru rezolvarea completă a problemei au fost lansate atît programe naționale, cît și la scară europeană — prin sistemul EUROMET.

Pînă în prezent se folosesc probe volumice sub formă de soluții apoase, cu dezavantajul major al manipulării unor flacoane cu lichid radioactiv, iar recent se elaborează surse etalon de volum din matrici solide artificiale ale căror caracteristici, conform documentelor [4 și 5] reproduc cît mai fidel proprietățile apei $Z_{eff} = 4 \pm 0{,}7$; $\rho = 1{,}00 \cdots 1{,}15$ g/cm$^3$. [6, 7, 8].

## 2. Surse de volum realizate în I.F.I.N.

Întrucît în majoritatea laboratoarelor din România care efectuează măsurări ale activității factorilor de mediu și a celor din lanțul alimentar se prepară probe sub forma unor cutii cilindrice din material plastic, cu dimensiunile $Ø = 73$ mm, $h = 42$ mm, s-a ales această geometrie pentru prepararea surselor de volum.

Matricea solidă aleasă este de tip poliacril amidă, obținută prin polimerizarea într-un cîmp intens de radiații gamma.

Procedeul de obținere a fost pus la punct în IFIN [9]. Soluția tehnică propusă are avantajul că monomerul — acrilamidă — utilizat în prepararea surselor este solubil în apă; în acest sens, față de toate procedeele utilizate pe scară internațională — amestecuri realizate în faze viscoase, procedeul ales asigură perfecta miscibilitate a soluției etalon — apoasă, cu soluția de acrilamidă. În acest mod se realizează surse uniforme, procedeul fiind în același timp cantitativ. În toate celelalte variante este necesară introducerea unor palete de uniformizare în masa sursei, cît și transvazarea amestecului, ceea ce impune determinarea activității sursei prin metode relative.

Pentru iradiere se utilizează o sursă de $^{60}$Co, avînd activitatea de 300 TBq (8000 Ci); expunerea la care este supusă sursa este de $\simeq 10^4$ C/kg (40 kR).

Radionuclizii utilizați pentru prepararea acestor surse au fost aleși după următoarele criterii:

— $^{134}$Cs, $^{137}$Cs sînt principalii contaminanți care apar în mediu în urma unui accident nuclear;

— $^{133}$Ba, $^{152}$Eu sînt emițători multigamma, utilizați încă în spectrometria gamma; în particular o sursă de $^{133}$Ba sau un simulator constînd din $^{133}$Ba și $^{137}$Cs asigură etaloanele de $^{131}$I, principal efluent gazos și contaminant în caz de accident;

— $^{241}$Am are o energie gamma joasă — 60 keV, necesară în ridicarea curbei de etalonare a spectrometrelor.

Pentru a se distinge diverșii radionuclizi, sursele au fost preparate adăugînd coloranți diferiți. Pentru favorizarea fenomenului de polimerizare se adaugă o rășină schimbătoare de ioni. Sursele sînt transparente, deci se pot controla vizual dacă au goluri de aer sau neuniformități evidente. La inspecția vizuală s-a constatat că aceste fenomene nu apar; nu se observă bule de aer și nici diferențe de culoare în masa surselor.

## 3. Rezultate experimentale. Performanțele surselor realizate

### 3.1. *Surse preparate, activități, reproductibilitatea procedeului*

S-au folosit soluții etalon din radionuclizii menționați [10, 11] care au fost introduse gravimetric în masa surselor. Întrucît în timpul polimerizării nu se pierde nimic din activitatea inițială, activitatea fiecărei surse se calculează direct din relația:

$$A_i = a \cdot m_i \qquad (1)$$

unde:

$A_i$, $m_i$ activitatea și masele fiecărei surse;

$a$ activitatea masică a soluției etalon dintr-un anumit radionuclid.

Au fost preparate mai multe surse din fiecare radionuclid; pentru controlul integrității surselor s-au folosit două procedee de măsurare:

*a*) s-a măsurat contaminarea capacului fiecărei surse, după realizarea polimerizării și o staționare de 24 ore deasupra cutiei conținînd sursa. S-a constatat că nu există contaminare, deși capacul se umezește prin evaporarea și condensarea unei părți din apa conținută în soluție;

*b*) s-a măsurat o „eficacitate de măsurare" — răspuns, sub forma raportului $N_{\gamma i}/A_i$ și s-a determinat abaterea medie pătratică; $N_{\gamma i}$ sînt ratele de numărare în spectrul integral gamma.

În tabelul 1 sînt prezentate rezultatele obținute cu o sondă cu cristal NaI(Tl) într-o geometrie bine definită.

*Tabelul 1*

| Radionuclid | Nr. surse | $(\overline{N_\gamma/A})$s$^{-1}$/Bq | $S_{(\overline{N_\gamma/A})}$s$^{-1}$/Bq |
|---|---|---|---|
| $^{133}$Ba | 4 | 0,2255 | 0,0040 |
| $^{134}$Cs | 7 | 0,1591 | 0,0009 |
| $^{137}$Cs | 6 | 0,07472 | 0,00024 |
| $^{152}$Eu | 4 | 0,1919 | 0,0024 |
| $^{241}$Am | 3 | 0,0464 | 0,0013 |

3.2. *Testarea uniformității surselor*

Un prim test este oferit de împrăștierea mică a valorilor $N_{\gamma i}/A_i$, așa cum rezultă din tabelul 1.

S-au efectuat și alte teste speciale, cum ar fi :

*a*) măsurarea emisiei gamma a surselor în ambele poziții față și dos, prin asigurarea aceleiași geometrii de măsurare ;

*b*) utilizarea unui test distructiv constînd din tăierea unor surse în bucăți aproximativ egale și compararea valorii rapoartelor $N_{\gamma i}/M_i$, unde $M_i$ sînt masele bucăților prelevate din surse ; pentru acest test s-au folosit două surse, una uniformă de $^{137}Cs$ și una neuniformă de $^{152}Eu$. Rezultatele sînt prezentate în tabelul 2, prin comparația testului nedistruciv cu cel distructiv.

Această comparație indică și faptul că un test nedistructiv este elocvent pentru verificarea uniformității.

3.3. *Evaluarea efectelor de împrăștiere și absorbție asupra emisiei gamma*

Aceste efecte au fost studiate prin compararea emisiei unei surse de volum cu surse punctiforme măsurate în aceleași condiții, plasate în centrul geometric al surselor de volum.

Măsurările au fost efectuate în spectrul integral și pe porțiuni din spectrele gamma, utilizînd cristalul de NaI(Tl).

Rezultatele experimentale obținute în cazul spectrului integral sînt prezentate în tabelul 3.

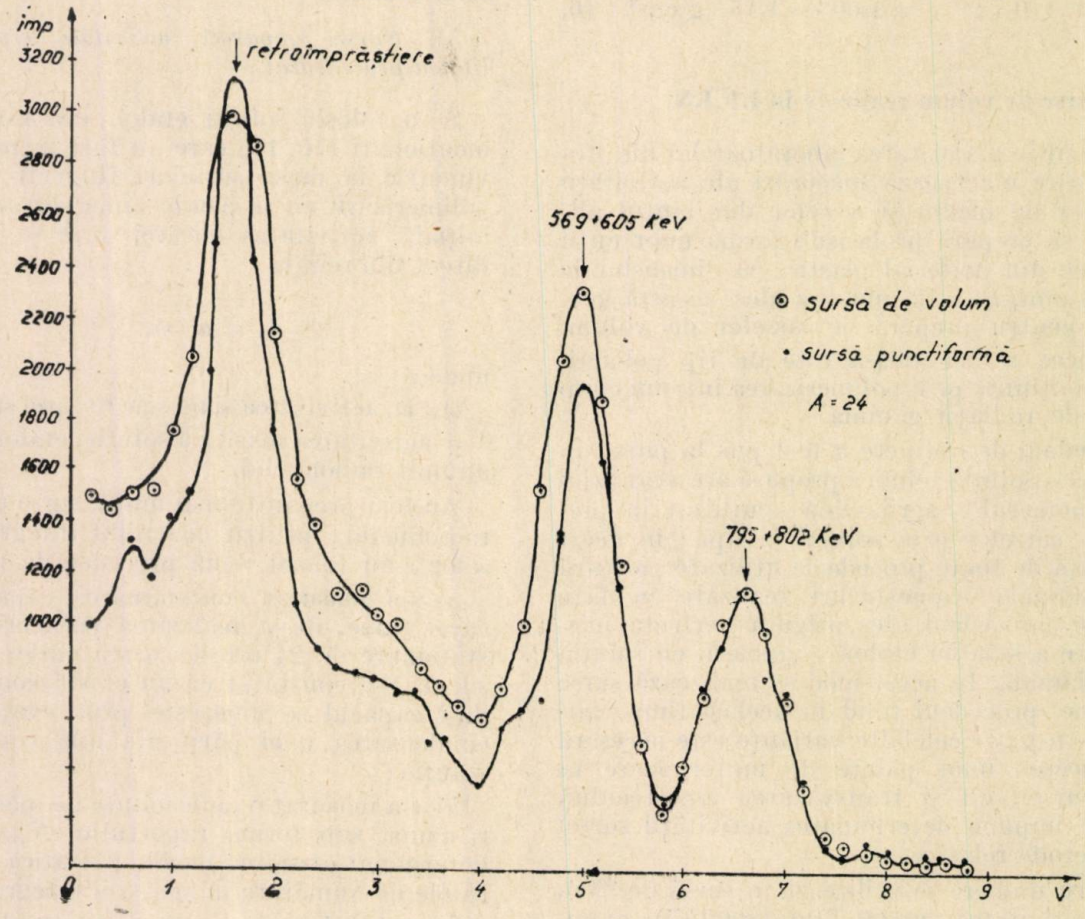



Fig. 1 Spectrul gama al surselor de $^{134}Cs$, detector NaI

*Tabelul 2*

| Radionuclid | Indicativ sursă | $\frac{N_{\gamma \text{față}} - N_{\gamma \text{spate}}}{N_{\gamma \text{spate}}}$ % | Test distructiv $\frac{(N_{\gamma 1}/M_1) - (N_{\gamma 2}/M_2)}{N_{\gamma 2}/M_2}$ % |
|---|---|---|---|
| $^{133}Ba$ | SEG 8—79 | −0,2 | — |
| $^{134}Cs$ | SEG 7—662 | −0,6 | — |
| $^{137}Cs$ | SEG 7—659 | +0,8 | — |
| $^{152}Eu$ | SEG 7—660 | +1,4 | — |
| $^{241}Am$ | SEG 7—661 | +0,1 | — |
| $^{137}Cs$ | I | −0,8 | −2,1 |
| $^{152}Eu$ | VII | −49 | +15,8 |

*Tabelul 3*

| Radionuclid | Energia medie $(E_x+E_\gamma)$, keV | $\frac{(N_{\gamma i}/A_i) \text{ sursă punctiformă}}{(N_{\gamma i}/A_i) \text{ sursă volum}}$ |
|---|---|---|
| $^{241}Am$ | 57 | 1,22 |
| $^{133}Ba$ | 156 | 1,14 |
| $^{152}Eu$ | 499 | 1,05 |
| $^{137}Cs$ | 662 | 1,04 |
| $^{134}Cs$ | 695 | 1,03 |

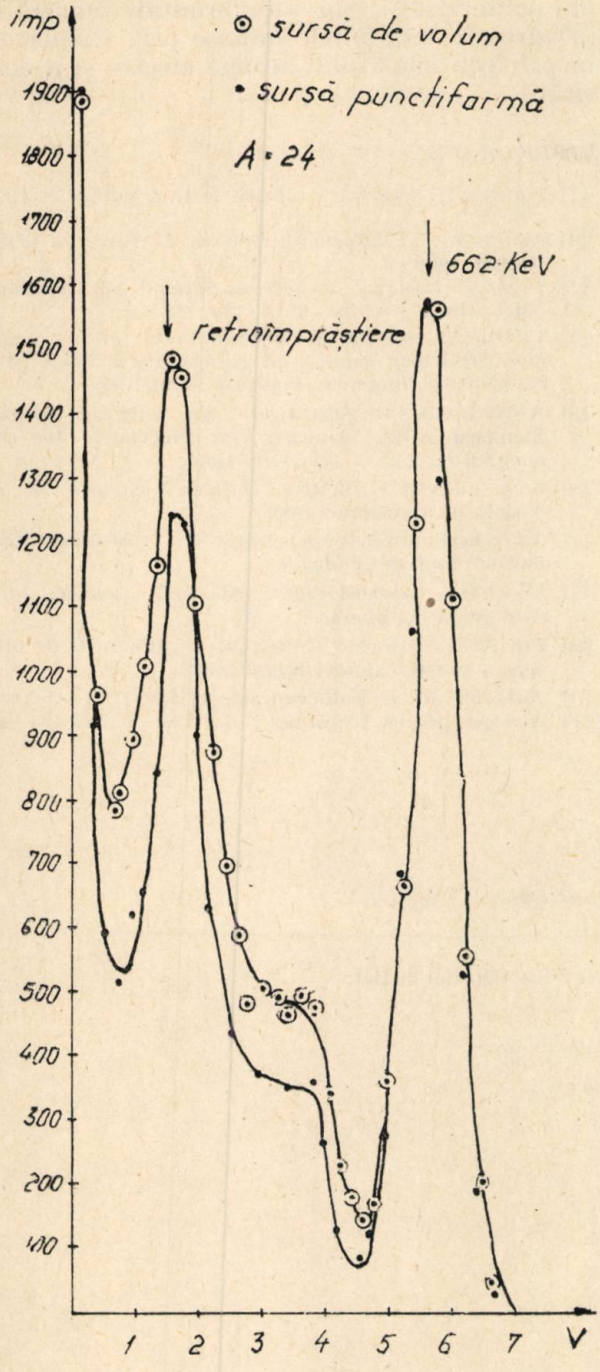



Fig. 2 Spectrul gamma al surselor de $^{137}Cs$, detector NIa

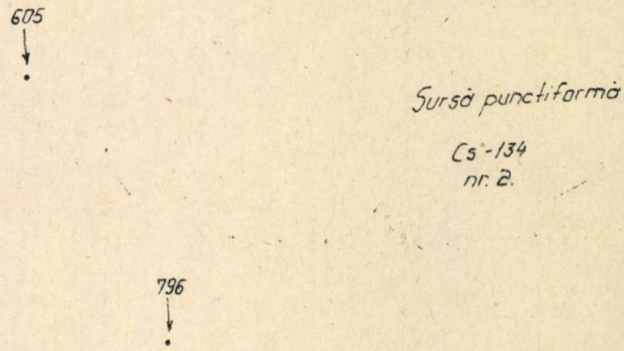
Se poate observa că fenomenul este mai evidențiat, cum era de așteptat, la energii joase; fenomenul pus în evidență se datorează în primul rînd absorbției și împrăștierii, dimensiunile cristalului (75 × 75 mm) fiind comparabile cu cele ale sursei; în cazul unui detector de Ge(Li), de dimensiuni mici, efectele geometrice sînt predominante în geometrii apropiate de măsurare $(N_\gamma/A)_{punctif}/(N_\gamma/A)_{volum}$ la radionuclidul $^{241}Am$ are valoarea 3,43.

Prezența efectelor de împrăștiere și absorbție puse în evidență pe porțiuni din spectru se poate vedea din fig. 1 și 2 ridicate cu un detector NaI și fig. 3, 4 ridicate cu detectorul GeLi și din tabelul 4.

*Tabelul 4*

| Radionuclid | Porțiune de spectru | $(N_\gamma/A_{punct.}.(N_\gamma/A)_{volum}$ |
|---|---|---|
| $^{134}Cs$ | retroîmprăș-tiere | 0,91 |
| $^{134}Cs$ | 800 keV | 1,21 |
| $^{137}Cs$ | retroîmprăș-tiere | 0,99 |
| | 662 keV | 1,16 |
| $^{241}Am$ | 60 keV | 1,14 |

Deși rezoluția cristalului de NaI(Tl) a fost slabă (12%) la 662 keV s-au trasat curbe de eficacitate comparative pentru surse punctiforme și de volum ale detectorului prezentate în fig. 5, care sînt considerate numai calitativ.



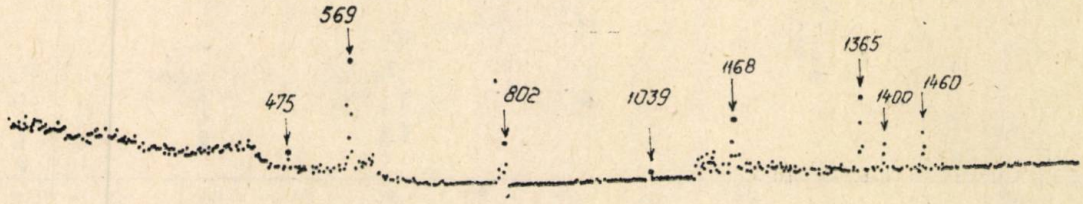




Fig. 3 Spectrul gamma al unei surse punctiforme de $^{134}Cs$, detector GeLi de volum

3.4 *Determinarea numărului atomic și a densității surselor*

Din compoziția finală a amestecului s-a calculat valoarea $Z_{eff} = 3{,}68$ comparativ cu $Z_{eff\ apă} = 3{,}33$.

Densitatea s-a determinat prin cîntărirea și măsurarea volumului surselor. Sursele au un volum de 134 $cm^3$ și mase cuprinse între 144 și 148 g, deci densități variind între 1,07 și 1,10 $g/cm^3$.

## 4. Concluzii

Sursele de volum au fost realizate într-o manieră cantitativă, utilizînd o tehnologie pusă la punct în IFIN. Testele efectuate au relevat faptul că sursele își menținu integritatea în timpul polimerizării, au o uniformitate bună și se încadrează în cerințele impuse prin standarde, în privința numărului atomic efectiv și a densității.

*BIBLIOGRAFIE*


[1] *Debertin, K. Schörtzig V.* : Nucl. Instr. & Meth. 158 (1979) 471

[2] *Dumitrescu R., Sahagia M., Oncescu, M. Ferdeș O.* IFIN : Report 1989

[3] *Dryàk P., Kovar, P. Plehova, L. Suran J.* : J. Radioanal. Nucl. Chem. Letters 135, 4 (1989) 281

[4] CEI Publ. 697-1981 : Determination du rendement d'un sémicteur gamma au germanium à l'aide d'un récipient de forme enveloppante normalisée.

[5] ANSI/IEEE Ltd 235 : 1986 — An American National Standard IEEE Standard Test Procedures for Germanium Gamma — Ray Detectors

[6] CEA — DAMRI — LMRI : France — Etalons de radioactivité Cataloque 1988

[7] Amersham International Ltd : UK. Instrument Calibration Sources-Catalogue

[8] UVVVR — Czechoslovakia : Marinelli beaker, Standard Source Catalogue

[9] *Fili Maria* : Brevet 77092/1981 — „Procedeu de obținere a poliacrilamidei hidrolizate"

[10] *Sahagia* : *Maria* Isotopenpraxis 17 (1981) H 5 S 211

[11] *Sahagia, Maria Grigorescu* : *L.* CS, IFIN 212—80.

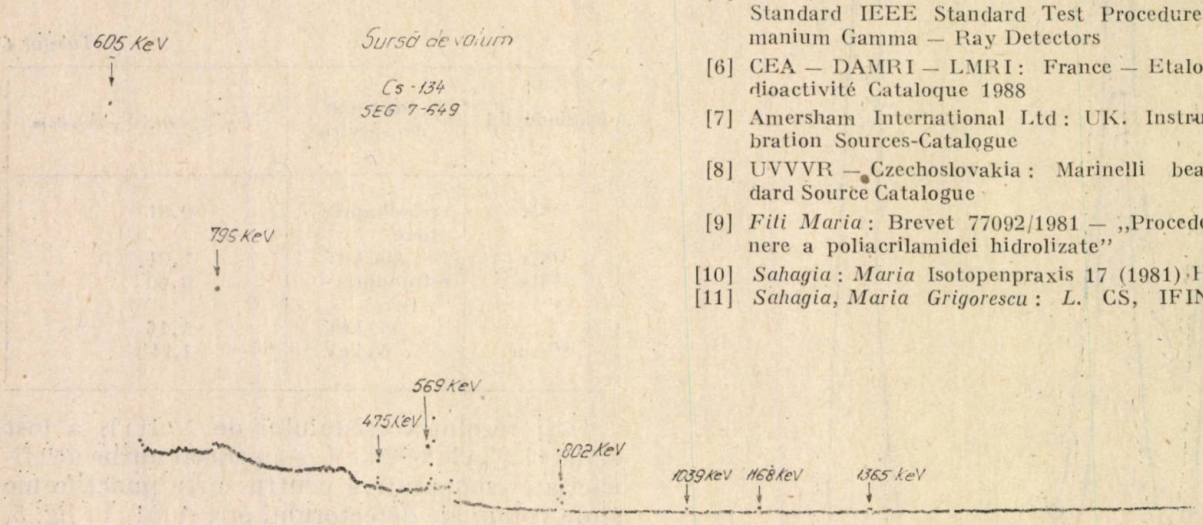




Fig. 4 Spectrul gama al unei surse $^{134}Cs$, detector de GeLi

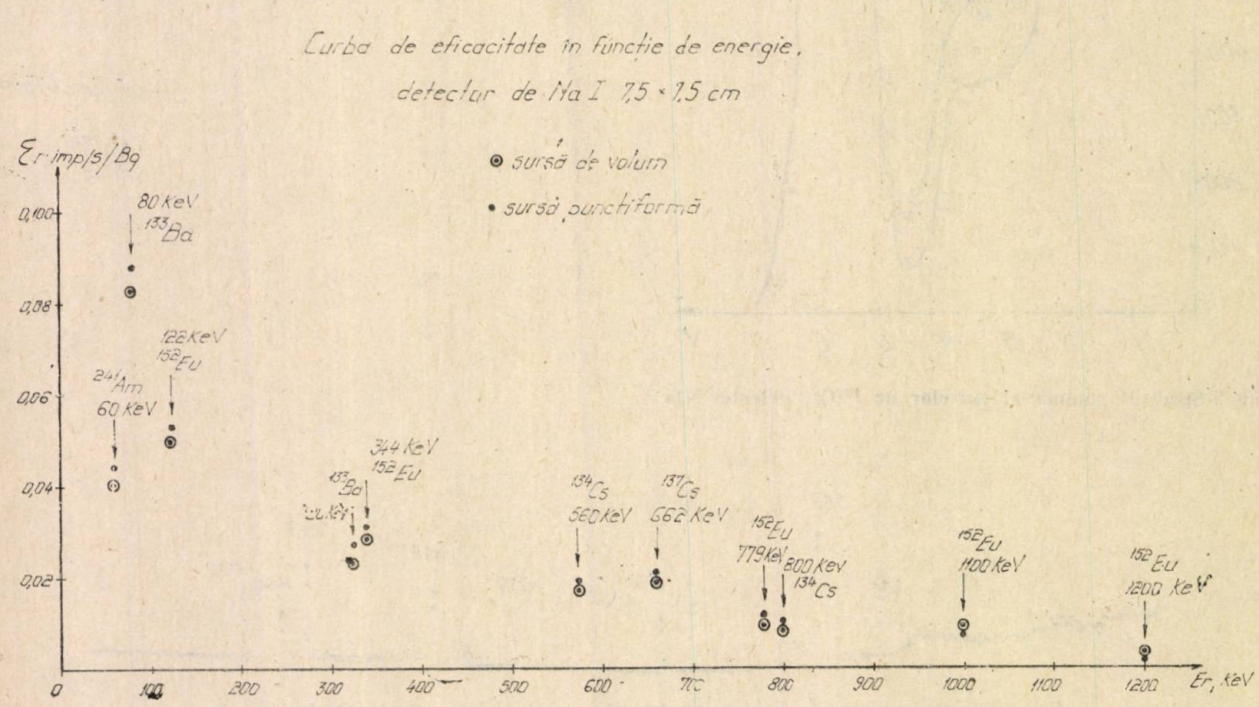



Fig. 5. Curba de eficacitate a detectorului de NaI(Tl) Surse punctiforme și surse de volum

ȘCIETATEA COMERCIALĂ I.O.R. — S.A.
cea I.O.R. nr. 4, Sector 3, BUCUREȘTI

## Vă oferă:

### PROIECTOARE DE PROFILE

### NIVELE CILINDRICE

Verificarea poziției orizontale a suprafețelor plane și a canalelor formă de „V" ale diferitelor piese.

### NIVELE PARALELIPIPEDICE

Verificarea poziției orizontale și măsurarea unghiurilor foarte mici ță de orizontală, cu precizie ridicată sau medie a suprafețelor plane u cilindrice.

### NIVELE CU MICROSCOP

Măsoară, verifică și reglează precis unghiurile suprafețelor plane cilindrice în intervalul cuprins între ± 120°

### NIVELE CADRE

Se utilizează la verificarea poziței orizontale și verticale a suprafe- lor plane și cilindrice.

### NIVELE CU UNGHI DE COINCIDENȚĂ

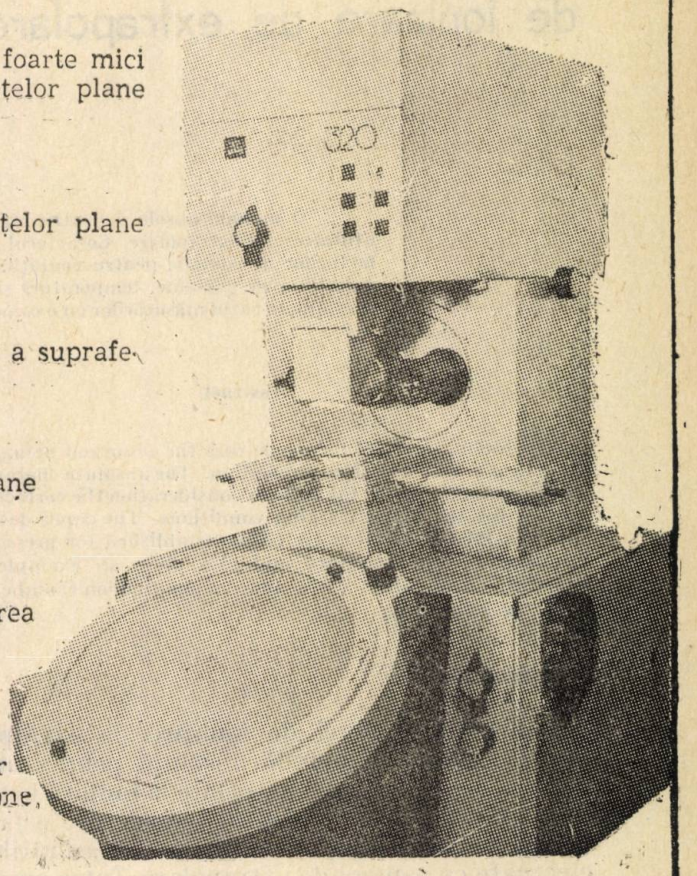
Se utilizează la măsurarea și verificarea suprafețeor plane cilindrice.

### NIVELE MICROMETRICE

Se utilizează la verificarea poziției orizontale și măsurarea ecisă a unghiurilor suprafețelor plane și cilindrice.

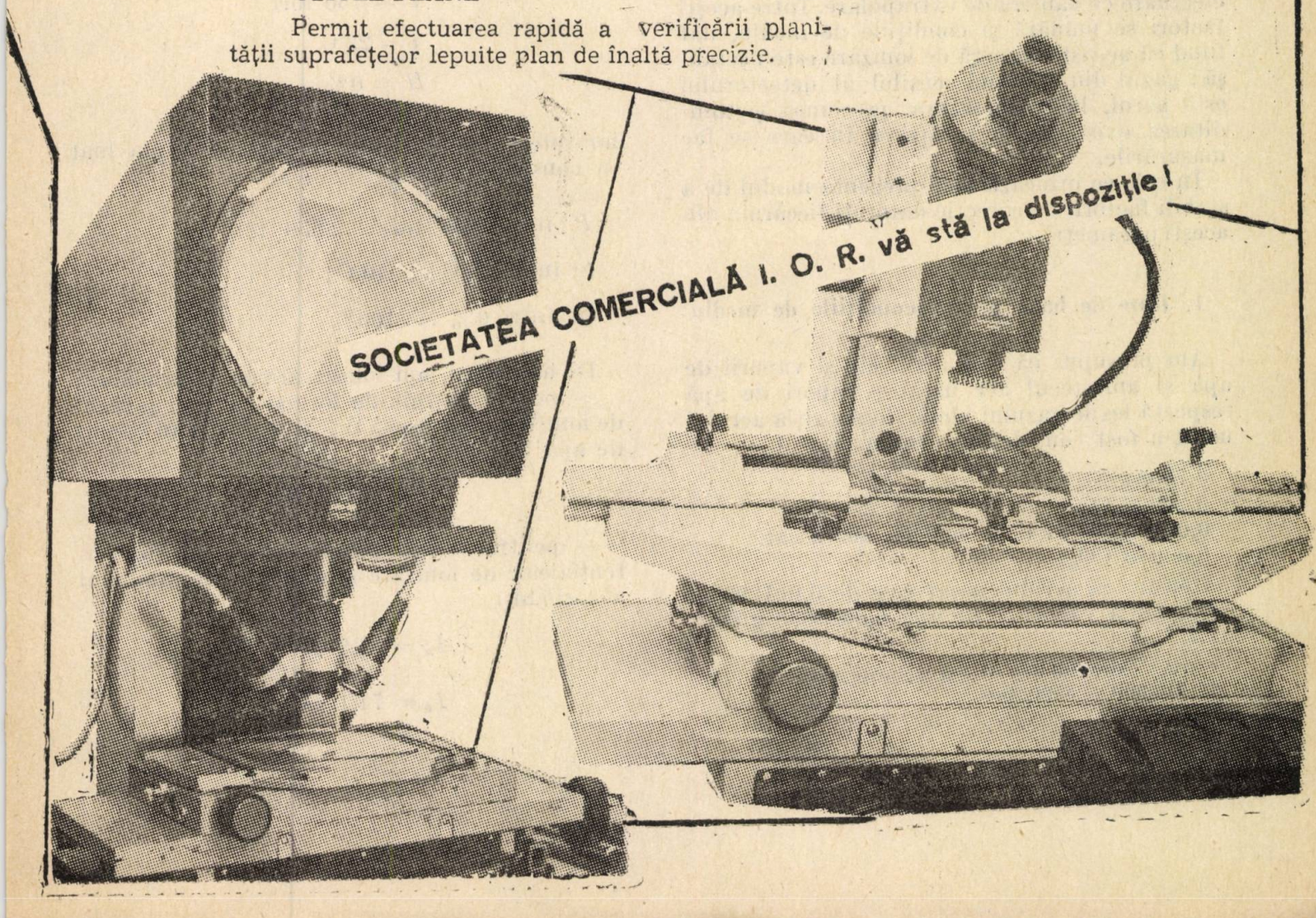
### STICLE PLAN PARALELE

Sînt destinate măsurării paralelismului și planității două suprafețe de măsurare ale micrometrelor, pasametrelor au altor instrumente reglabile cu suprafețe de palpare plane, spuse față în față.



### STICLE PLANE

Permit efectuarea rapidă a verificării planității suprafețelor lepuite plan de înaltă precizie.



**SOCIETATEA COMERCIALĂ I. O. R. vă stă la dispoziție!**

# Corecţii de presiune, temperatură şi umiditate la măsurarea debitului dozei absorbite beta prin metoda camerei de ionizare de extrapolare

SORIN BERCEA, E. GEORGESCU* G. V. MARCU**

**REZUMAT**

O metodă absolută pentru măsurarea debitului dozei absorbite beta o constituie utilizarea de extrapolare. Caracterul absolut al metodei implică luarea în considerare a factorilor de corecţie pentru condiţiile de lucru. Lucrarea prezintă modul de stabilire a corecţiilor de presiune, temperatură şi umiditate, precum şi un exemplu privind valorile acestora, în cazul măsurărilor cu o cameră de ionizare de extrapolare.

**Abstract**

An absolute method for measuring the absorbed beta dose flow rate is the use of extrapolation. The absolute character of the method implies taking into consideration the correction factors for the given working conditions. The paper describes how these correction factors are established for pressure, temperature and humidity and also gives an example to illustrate their values when an extrapolation ion chamber is used for measuring.

**Résumé**

Une méthode absolute pour mesure le débit de la dose absorbie béta est représentée par l'emploi des extrapolations. Le caractère absolu de la métode implique la prise en considération des facteurs de correction pour les conditions de travail respectives. On présente la modalité d'établir les corrections pour la pression, la température et l'umidité et aussi un exemple concernant leur valeurs dans le ces des mesurages avec une chambre d'ionization d'extrapolation.

## Introducere

Utilizarea camerei de ionizare de extrapolare constituie o metodă absolută pentru măsurarea debitului dozei absorbite la radiaţii beta. Acest fapt implică luarea în considerare a factorilor ce influenţează rezultatele măsurărilor efectuate cu camera de extrapolare. Între aceşti factori se numără şi condiţiile de mediu, dat fiind că această cameră de ionizare este neetanşă; gazul din volumul sensibil al detectorului este aerul, la temperatura, presiunea şi umiditatea existente în încăperea în care se fac măsurările.

În cele ce urmează vom prezenta modul de a stabili factorii de corecţie datoraţi fiecăruia din aceşti parametri.

## 1. Date de bază pentru condiţiile de mediu

Am presupus că atît aerul cît şi vaporii de apă şi amestecul aer uscat + vapori de apă respectă legile gazului ideal. Compoziţia aerului uscat a fost considerată următoarea [1]:

0,78084 $N_2$
0,20956 $O_2$
0,00930 Ar moli pe mol de aer uscat.
0,00030 $CO_2$

Densitatea aerului uscat este de 0,001293 g/cm³, iar a vaporilor de apă 0,0008038 g/cm³.

Presiunile au fost măsurate în torr (la temperatura de 0°C şi acceleraţia gravitaţională standard, $g = 9{,}80665$ m/s²).

Valorile de referinţă pentru cei trei parametri (presiunea, temperatura şi umiditatea) sînt:

$$P = 760 \text{ torr}$$
$$t = 22°C$$
$$H = 0\%$$

iar intervalele de variaţie pe care le-am luat în considerare sînt:

$P$: între 600 torr ... 850 torr;

$t$: între 10°C ... 40°C;

$H$: între 0% ... 100%

De asemenea, am folosit următoarele valori:
— pentru energia de formare a unei perechi de ioni W(în aer uscat $W_a$ şi respectiv în vapori de apă $W_v$)

$$W_v = 0{,}9\ W_a$$

— pentru media geometrică a tuturor potenţialelor de ionizare şi excitare ale atomului absorbant:

$$I_a = 94{,}9 \text{ eV}$$

$$I_v = 74{,}1 \text{ eV}$$

* IFA - Institutul de Fizică şi Inginerie Nucleară
** IAMSAT — Satu Mare

Notînd cu $m_r$ masa a 1 cm³ de aer uscat, la temperatura de 22°C

$$m_r = 0{,}01293 \frac{273{,}15}{273{,}15 + 22} \text{g} \qquad (1)$$

În cazul aerului umed aflat la temperatura $t$(°C), presiunea $P$(torr) și umiditatea $H$(%), am notat cu $P_v$ presiunea parțială a vaporilor de apă prezenți, cu $m_a$ masa vaporilor de apă în aceleași condiții. Obținem atunci :

$$m_a = 0{,}001293 \frac{P - P_v}{760} \cdot \frac{273{,}15}{273{,}15 + t} \text{ g} \qquad (2)$$

și respectiv :

$$m_v = 0{,}0008038 \frac{P_v}{760} \cdot \frac{273{,}15}{273{,}15 + \text{g}} \qquad (3)$$

## 2. Factori de corecție pentru presiune și temperatură

În practică, adesea s-a ignorat efectul umidității. Atunci cînd se ignoră umiditatea, indicațiile de pe scara dozimetrului se corectează la starea de referință — aer uscat la temperatura de 22°C și presiunea de 760 torr — prin aplicarea unui factor $m'_a/m_r$, unde :

$$m'_a = 0{,}001293 \frac{P}{760} \cdot \frac{273{,}15}{273{,}15 + \text{t}} =$$

$$= m_a + \frac{1{,}2930}{0{,}8038} m_v \qquad (4)$$

Factorul de divizare a indicației se exprimă prin relația :

$$\frac{m_a + 1{,}6086\, m_v}{m_r} \qquad (5)$$

Pentru comoditatea tabelării, factorii de corecție se exprimă ca factori de divizare [1].

Dacă corecția pentru aducerea la starea de referință se face prin metoda gravimetrică, cum a propus *Quinton*, factorul de divizare folosit este :

$$\frac{m_a + m_v}{m_r} \qquad (5')$$

Uneori se ține seama, însă, numai de densitățile electronice diferite ale aerului uscat și vaporilor de apă și, în aceste condiții, s-a determinat un factor de diviziune dat de următoarea relația :

$$\frac{m_a}{m_r} + \frac{m_v \dfrac{2Z_1}{M_1} + \dfrac{Z_1}{M_2}}{m_r \dfrac{2aZ_3}{M_2} + \dfrac{2bZ_4}{M_3} + \dfrac{cZ_5}{M_4} + \dfrac{dZ_2}{M_5} + \dfrac{2dZ_4}{M_4}} \qquad (6)$$

unde $Z_1$, $Z_2$, $Z_3$, $Z_4$, $Z_5$ reprezintă respectiv numerele atomice ale hidrogenului, carbonului, azotului, oxigenului și argonului, iar $M_1$, $M_2$, $M_3$, $M_4$, $M_5$ masele moleculare ale apei, oxigenului, argonului și bioxidului de carbon, iar $a$, $b$, $c$, $d$ concentrațiile masice în aerul uscat standard ale azotului, oxigenului, argonului și respectiv bioxidului de carbon. Evaluarea acestor factori de diviziune conduce la :

$$\frac{m_a + 1{,}11204\, m_v}{m_r} \qquad (7)$$

În cazul camerei de ionizare-cavitate se obține următorul factor de divizare :

$$\frac{m_a + 1{,}27020\, m_v}{m_r} \qquad (8)$$

Folosind valorile pentru energia de formare a unei perechi de ioni, $W_a$ $W_v$ și $W_r$ precum și legile gazului ideal s-a obținut un factor de divizare :

$$\left[\frac{295{,}15}{273{,}15 + \text{T}} - \frac{\text{P}}{760}\right] - \left[0{,}2103768 \frac{\text{P}_v}{760} \cdot \frac{295{,}15}{273{,}15 + \text{t}}\right] \qquad (9)$$

În mod obișnuit, în scopul corectării numai pentru modificările presiunii și temperaturii se folosește drept factor de multiplicare numai inversul primei paranteze din relația (9).

Inițial, corecțiile care țineau seama de umiditatea aerului s-au bazat pe calculele lui *Bernard* s.a. (1960) care consideră că ionizarea totală este suma contribuțiilor aerului uscat și a vaporilor de apă, contribuții pe care le considera independente. Dar, măsurări mai recente cu camere de ionizare cu aer liber și cavitatea (*Niatel*, 1969 ; *Guiho* s.a. 1974 ; *Referowski*, 1977 ; *Hofmester* și *Somerwill*, 1977) nu sînt în concordanță cu prevederile lui *Bernard*. De aceea, BIPM a recomandat utilizarea unor curbe la determinarea factorului de corecție.

**3. Aplicarea factorilor de corecție în formula de calcul a debitului dozei absorbite beta prin metoda camerei de ionizare de extrapolare**

În condiții de referință, debitul dozei absorbite se calculează cu relația :

$$\dot{D} = 2{,}46830 \frac{K_2 \rho T}{P} \cdot \frac{d}{d_1}\left[\frac{1}{t(l)}\right] \qquad (10)$$

unde :

$K_2$ factor de corecție ;

$\rho$ raportul puterilor de oprire masice ale electronilor pentru solid și aer ;

$P$ presiunea aerului ;

$t(l)$ timpul de încărcare a condensatorului etalon (în funcție de distanța dintre electrozi — $l$) ;

$T$ temperatura aerului.

2,46830 — constantă de aparat.

Scriind acum ecuația (10) pentru aer uscat

$$\dot{D}_a = 2{,}46830 \frac{(\mathrm{d}T/\mathrm{d}x)_{\text{solid}}}{(\mathrm{d}T/\mathrm{d}x)_{\text{aer}}} \cdot \frac{295{,}15\ \mathrm{K}}{760\ \text{torr}} \cdot \frac{d}{d_1}\left[\frac{1}{t(l)}\right] \qquad (10')$$

și respectiv pentru aer umed ($au$) (t°C, $P_{au}$ torr, H%)

$$\dot{D}_{au} = 2{,}46830 \frac{(\mathrm{d}T/\mathrm{d}x)_{\text{solid}}}{(\mathrm{d}T/\mathrm{d}x)_{au}} \cdot \frac{t + 273{,}15}{P_{au}} \cdot \frac{d}{d_1}\left[\frac{1}{t(l)}\right] \qquad (10'')$$

unde :

$$(\mathrm{d}T/\mathrm{d}x)_{au} = \frac{295{,}15}{t + 273{,}15} \cdot \frac{0{,}7896232 P_v + P_a}{760} \cdot \frac{(\mathrm{d}T)}{(\mathrm{d}x)_a}$$

se obține pentru raportul $\dot{D}_a/\dot{D}_{au}$ :

$$\frac{\dot{D}_a}{\dot{D}_{au}} = \frac{295{,}15}{760} \cdot \frac{295{,}15}{T^2} \cdot \frac{0{,}7896232 P_v + P_a}{760} (P_a + P_r) \qquad (11)$$

deci :

$$\dot{D}_a = \left(\frac{295{,}15}{760}\right)^2 \frac{1}{T^2} (P_a + P_v) \cdot (0{,}7896232\, P_v + P_a) \dot{D}_{au} \qquad (12)$$

sau

$$\dot{D}_a = 0{,}151 \frac{1}{T^2} (P_a + P_v)\,(0{,}7896232\ P_v + P_a) \dot{D}_{au} \qquad (12')$$

Factorul de corecție $F$ al debitului dozei absorbite beta, pentru condițiile de presiune, umiditate și temperatura aerului este deci :

$$F = \frac{0{,}151}{T^2} (P_a + P_v)(0{,}7896232\ P_v + P_a) \qquad (13)$$

Pentru calcularea valorilor lui $F$ am realizat un program în cadrul căruia, întervalele de variație a celor trei parametri de mediu au fost :

$t$ : 20°C ... 25°C ;

$P_{au}$ : 700 torr ... 800 torr ;

$H$ : 40% ... 70%

Din analiza rezultatelor obținute rezultă că :

*a*) $F$ crește cu creșterea presiunii aerului, scade cu creșterea temperaturii și scade cu creșterea umidității ;

*b*) variația lui $F$ cu umiditatea este foarte lentă (a treia zecimală după virgulă) și o putem neglija ;

*c*) $F$ variază în jurul unității.

Din listing am extras următoarele valori :

Dacă :

$$P_{au} = 700\ \text{mm Hg},\ H = 40\%,$$

la $t = 20$°C $F = 0{,}856$ ($F = 0{,}853$ pentru $H = 70\%$),

iar :

la $t = 25$°C $F = 0{,}826$ ($F = 0{,}822$ pentru $H = 70\%$).

Dacă :

$$P_{au} = 800\ \text{mm Hg},\ H = 40\%$$

la $t = 20$°C $F = 1{,}119$ ($F = 1{,}115$ pentru $H = 70\%$),

iar :

la $t = 25$°C, $F = 1{,}080$ ($F = 1{,}083$ pentru $H = 70\%$).

Dacă :

$$t = 20\text{°C},\ H = 40\% :$$

la $P_{au} = 700$ mmHg, $F = 0{,}856$ ($F = 0{,}853$ pentru $H = 70\%$) iar :

la $P_{au} = 800$ mmHg, $F = 1{,}119$ ($F = 1{,}115$ pentru $H = 70\%$).

Dacă :

$t = 25°C$, $H = 40\%$

la $P_{au} = 700$ mmHg, $F = 0{,}826$ ($F = 0{,}822$ pentru $H = 70\%$) iar :

la $P_{au} = 800$ mmHg, $F = 1{,}080$ ($F = 1{,}075$ pentru $H = 70\%$)

Analizînd datele, se observă că $F \in [0{,}826, 1{,}119]$.
Deci se observă o diferenţă maximă de circa 30% între debitul dozei absorbite măsurat în două condiţii diferite :

$P_{au} = 800$ mmHg, $t = 20°C$ $H = 40\%$

$F = 1{,}119$

şi $P_{au} = 700$ mmHg, $t = 25°C$, $H = 40\%$
$F = 0{,}826$

**Concluzii**

Pentru intervalele arătate am tabelat valorile lui $F$. Tabelarea poate fi extinsă pentru intervale mai largi $P_{au} = 600 \ldots 850$ (mmHg), $t = 10 \ldots 100$ (°C) şi $H = 0 \ldots 100\%$. Aceste tabele anexate camerei de ionizare permit utilizatorului determinarea rapidă a factorului de corecţie şi compararea valorilor obţinute pentru debitul dozei absorbite beta în diferite condiţii atmosferice ($P_{au}$, $rt$, $H$).

Aceste corecţii sînt necesare cînd incertitudinea asupra lui $D$ este de ordinul de mărime al factorilor de corecţie.

Menţionăm că în literatura de specialitate avută la dispoziţie nu am găsit date relative la această problemă cu care să facem comparaţie.

*BIBLIOGRAFIE*


[1] *Bernard, G. P., Aston, G. H., Marsh, A. R. S.* Effecte of variations in the ambient air on the calibration and use of ionization chambers", National Physical Laboratory, London, 1960

[2] *Simoen, J. P.*, : Etudes Dosimetriques Meneés au LMRI dans le Domanie des References Primaires et des Proudures de Transfer in „National and International Standardization of Radiation Dosimetry", Proceldings of a Symposium, Atlanta, 5-a December 1977, Vol. I

# CALITATE, FIABILITATE, METROLOGIE

REDACȚIA :

COMISIA NAȚIONALĂ PENTRU STANDARDE, METROLOGIE ȘI CALITATE

B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21, sector 1
Telefon : 15 02 00 și 17 01 60/982

ADMINISTRAȚIA :

ÎNTREPRINDEREA DE STAT PENTRU IMPRIMATE ȘI ADMINISTRAREA PUBLICAȚIILOR

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1, București, 71 341
Telefon : 177729, 176010 și 176020. interior 2086 și 2483.

**Redactor șef :** dr. ing. Dan Stoichițoiu

Colectiv Secțiunea **Calitate :** ing. Ioan Roman — redactor responsabil. ing. Mihai Meiu, ing. Radu Moțoiu, ing. Traian Teodoru

Colectiv Secțiunea **Fiabilitate :** dr. ing. Ioan Bacivarof — redactor responsabil, dr. ing. Adrian Mihalache, dr. Viorel Vodă, fiz. Adalbert Szakàts, dr. ing. Ulrich Wiener

Colectiv Secțiunea **Metrologie :** dr. Aurel Millea, — redactor responsabil, fiz. Dragoș Boiciuc, ing. Paul Dârvariu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, ing. Radu Soviani.

**Secretar de redacție :** Viorica Burciu

Cererile pentru abonamente vor fi adresate administrației în contul 645150228 BNR, filiala sector 1, precum și la oficiile poștale. Costul unui abonament anual este 180 lei

Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate a ISIAP Calea Victoriei 174 cont 645150228 BNR filiala sector 1

Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM — Departamentul export-import presă, București, str. 13 Decembrie nr. 3 P.O.B. 146—137 Telex 12226

1982 -06- 30

30 lei

c. 3085 — ÎNTREPRINDEREA POLIGRAFICĂ „UNIVERSUL" BUCUREȘTI